(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017 년 1 월 5 일 (05.01.2017)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2017/003172 A1

(51) 국제특허분류:
H04B 7/06 (2006.01) *H04B 7/04* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2016/006945

(22) 국제출원일: 2016 년 6 월 29 일 (29.06.2016)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2015-0094177 2015 년 7 월 1 일 (01.07.2015) KR

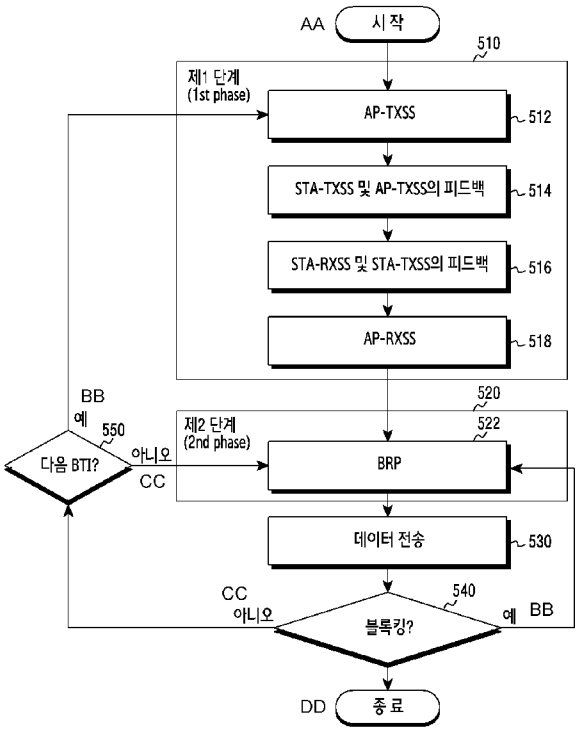
(71) 출원인: **삼성전자주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.)** [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: **유현일 (YOO, Hyunil)**; 16512 경기도 수원시 영통구 법조로 150 번길 19, 3102 동 1003 호, Gyeonggi-do (KR). **김태영 (KIM, Taeyoung)**; 06007 서울시 강남구 압구정로 321, 10 동 1103 호, Seoul (KR). **노지환 (NOH, Jeehwan)**; 16676 경기도 수원시 영통구 신원로 198 번길 42, Gyeonggi-do (KR). **설지윤 (SEOL, Jiyun)**; 13603 경기도 성남시 분당구 불정로 179, 208 동 801 호, Gyeonggi-do (KR). **손재승 (SON, Jae-Seung)**; 16699 경기도 수원시 영통구 매영로 346, 665 동 1701 호, Gyeonggi-do (KR).

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: APPARATUS AND METHOD FOR SELECTING BEAM IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) **발명의 명칭** : 무선 통신시스템의 빔 선택 장치 및 방법



510 ... 1st phase
514 ... Feedback of STA-TXSS and AP-TXSS
516 ... Feedback of STA-RXSS and STA-TXSS
520 ... 2nd phase
530 ... Send data
540 ... Blocking?
550 ... Next BTI?
AA ... Start
BB ... Yes
CC ... No
DD ... End

(57) **Abstract**: The present disclosure relates to a 5th generation (5G) or a pre-5G communication system for supporting a higher data rate after a 4th generation (4G) communication system such as Long Term Evolution (LTE). Embodiments of the present invention provide a beamforming transmitting/receiving apparatus and method for use in MIMO-based wireless communication systems. According to one embodiment of the present invention, provided is a method for operating a transmitting end in a wireless communication system. The method comprises the steps of: determining one or more transmitting beam candidates from among a number of transmitting beams, and one or more receiving beam candidates from among a number of receiving beams; determining an optimal beam combination from combinations of the transmitting beam candidates and the receiving beam candidates; and transmitting/receiving data to/from a receiving end on the basis of the optimal beam combination.

(57) **요약서**:

[다음 쪽 계속]

WO 2017/003172 A1

(74) **대리인**: **권혁록 (KWON, Hyuk-Rok)** 등; 03175 서울시 종로구 경희궁길 28, 2 층, Seoul (KR).

(81) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 개시는 LTE(Long Term Evolution)와 같은 4G(4th generation) 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G(5th generation) 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 본 발명의 실시예들은 MIMO 기반의 무선 통신시스템에 사용하기 위한 빔포밍 송수신 장치와 방법을 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 무선 통신시스템의 송신단의 동작 방법이 제공된다. 상기 방법은 다수의 송신 빔들 중 하나 이상의 송신 빔 후보들과 다수의 수신 빔들 중에서 하나 이상의 수신 빔 후보들을 결정하는 과정과, 상기 송신 빔 후보들과 상기 수신 빔 후보들의 조합으로부터 최적의 빔 조합을 결정하는 과정과, 상기 최적의 빔 조합에 기초하여 수신단과 데이터를 송수신하는 과정을 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 무선 통신시스템의 빔 선택 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 빔포밍 기술을 사용하는 무선 통신시스템에 관한 것이다.

배경기술

[2] 4G(4th generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G(5th generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후(Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE(Long Term Evolution) 시스템 이후(Post LTE) 시스템이라 불리어지고 있다.

[3] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역(예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중입출력(Full Dimensional MIMO, FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beam-forming), 및 대규모 안테나(large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[4] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀(advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크(cloud radio access network, cloud RAN), 초고밀도 네트워크(ultra-dense network), 기기 간 통신(Device to Device communication, D2D), 무선 백홀(wireless backhaul), 이동 네트워크(moving network), 협력 통신(cooperative communication), CoMP(Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거(interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.

[5] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation, ACM) 방식인 FQAM(Hybrid Frequency Shift Keying and Quadrature Amplitude Modulation) 및 SWSC(Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(Non Orthogonal Multiple Access), 및 SCMA(Sparse Code Multiple Access) 등이 개발되고 있다.

[6] 최근에 높은 트래픽 수요를 충족시키기 위하여 높은 주파수 대역(예: 초고주파 대역)을 사용하는 무선 통신시스템에 대한 관심이 급증하고 있다. 예를 들어, IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11ad 표준은 무선 랜(Wireless LAN(Local Area Network), WLAN) 기반의 기술로서 60기가헤르쯔(GHz)의 초고주파 대역에서 서비스를 제공하는 시스템에 대하여 정의하고 있다. 이러한 초고주파 대역의 무선 통신시스템에서는 초고주파

대역에서의 높은 전파 경로 손실을 완화하기 위하여 빔포밍(beamforming) 기술의 사용이 고려되고 있다. IEEE 802.11ad 표준은 단일입력 단일출력(single-input single-output, SISO) 기반의 빔포밍 시스템 및 그에 적절한 빔포밍 기술을 고려하고 있다. 그러므로 다중입력 다중출력(multiple-input multiple-output, MIMO) 기반의 빔포밍 시스템을 위한 빔포밍 기술이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[7] 따라서 본 발명의 실시예들은 MIMO 기반의 무선 통신시스템에 사용하기 위한 빔포밍 송수신 장치와 방법을 제공함에 있다.

[8] 본 발명의 실시예들은 MIMO 기반의 빔포밍 시스템에 적합한 빔 선택 장치와 방법을 제공함에 있다.

[9] 본 발명의 실시예들은 MIMO 기반의 빔포밍 시스템에서 빔 선택을 위한 빔 트레이닝 구간의 오버헤드를 최소화하는 장치와 방법을 제공함에 있다.

[10] 본 발명의 실시예들은 MIMO 기반의 빔포밍 시스템에서 선택된 빔의 블록킹에 강건한 빔 선택 장치와 방법을 제공함에 있다.

[11] 본 발명의 실시예들은 MIMO 기반의 빔포밍 시스템에서 수신 복잡도를 감소시키는 빔 선택 장치와 방법을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

[12] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 무선 통신시스템의 송신단의 동작 방법이 제공된다. 상기 방법은 다수의 송신 빔들 중에서 하나 이상의 송신 빔 후보들과 다수의 수신 빔들 중에서 하나 이상의 수신 빔 후보들을 결정하는 과정과, 상기 송신 빔 후보들과 상기 수신 빔 후보들의 조합으로부터 최적의 빔 조합을 결정하는 과정과, 상기 최적의 빔 조합에 기초하여 수신단과 데이터를 송수신하는 과정을 포함한다.

발명의 효과

[13] 본 발명의 실시예들은 MIMO 기반의 빔포밍 시스템에 적합한 빔 선택 장치와 방법을 제공한다. 이러한 실시예들은 빔 선택을 위한 빔 트레이닝 구간의 오버헤드를 최소화하고, 선택된 빔의 블록킹에 강건하며, 수신 복잡도를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[14] 본 발명 및 그의 효과에 대한 보다 완벽한 이해를 위해, 첨부되는 도면들을 참조하여 하기의 설명들이 이루어질 것이고, 여기서 동일한 참조 부호들은 동일한 부분들을 나타낸다.

[15] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시 예들이 적용되는 빔포밍 MIMO 시스템의 블록 구성을 보여주는 도면이다.

[16] 도 2는 본 명의 실시 예들이 적용되는 빔포밍 MIMO 시스템의 기본 구조를 보여주는 도면이다.

[17] 도 3은 본 발명의 실시 예들이 적용되는 무선 통신시스템에서 피드백 정보 송수신 동작의 개념을 설명하기 위한 도면이다.

[18] 도 4는 본 발명의 실시 예들에 따른 빔 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다.

[19] 도 5는 본 발명의 실시 예들에 따른 빔 선택 동작 및 데이터 전송 동작의 처리 흐름을 보여주는 도면이다.

[20] 도 6은 본 발명의 실시 예들에 따른 MIMO 시스템의 송신 장치에 의한 빔 선택 동작의 처리 흐름을 보여주는 도면이다.

[21] 도 7은 본 발명의 실시 예들에 따른 MIMO 시스템의 수신 장치에 의한 빔 선택 동작의 처리 흐름을 보여주는 도면이다.

[22] 도 8은 본 발명의 실시 예들에 따른 MIMO 시스템의 송신 장치의 구성을 보여주는 도면이다.

[23] 도 9는 본 발명의 실시 예들에 따른 MIMO 시스템의 수신 장치의 구성을 보여주는 도면이다.

[24] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 MIMO 빔 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다.

[25] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 정보를 보여주는 도면이다.

[26] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 정보를 보여주는 도면이다.

[27] 도 13은 본 발명의 일 실시 예에 따른 AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다.

[28] 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른 STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다.

[29] 도 15는 본 발명의 일 실시 예에 따른 STA 수신 빔 스위핑(STA-RXSS) 정보를 보여주는 도면이다.

[30] 도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따른 AP 수신 빔 스위핑(AP-RXSS) 정보를 보여주는 도면이다.

[31] 도 17은 본 발명의 일 실시 예에 따른 최적의 송신/수신 빔 조합 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다.

[32] 도 18은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 MIMO 빔 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다.

[33] 도 19는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 STA 수신 빔 스위핑(STA-RXSS)/STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다.

[34] 도 20은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 MIMO 빔 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다.

[35] 도 21은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다.

[36] 도 22는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다.

[37] 도 23은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 정보를 보여주는 도면이다.

[38] 도 24는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS)/AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다.

[39] 도 25는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다.

[40] 도 26은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 송신단의 동작 방법을 보여주는 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[41] 이하, 본 발명의 실시 예들을 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 그리고, 하기에서는 본 발명의 실시예들에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외의 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흩트리지 않도록 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[42] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예들을 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면들에 예시하여 상세하게 설명한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다. 따라서 본 특허 명세서에서 본 발명의 원리들을 설명하기 위해 사용되는 도 1a 내지 도 26은 단지 예시를 위한 것인 바, 발명의 범위를 제한하는 어떠한 것으로도 해석되어서는 아니 될 것이다.

[43] 무선 통신 시스템에서 높은 트래픽 수요를 충족시키기 위한 방법 중 하나는 넓은 주파수 대역폭을 사용하는 것이다. 대부분의 무선 통신 시스템에서 사용하는 주파수(예를 들어 5GHz이하의 주파수)에서는 넓은 주파수 대역폭의 확보가 매우 어렵기 때문에, 더욱 높은 주파수에서의 주파수 대역폭 확보가 요구된다. 하지만, 무선 통신을 위한 전송 주파수가 높아질수록 전파 경로 손실이 증가한다. 이로 인해, 전파 도달거리는 상대적으로 짧아서 서비스 영역(coverage)의 감소를 초래한다. 이를 해결하기 위한, 즉 전파 경로 손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위한 중요 기술 중 하나가 빔포밍(beamforming)기술이다.

[44] 무선 통신 시스템의 송신단에서 송신 빔포밍이 수행될 수 있다. 송신 빔포밍은 다수의 안테나를 이용하여 각 안테나로부터 송신되는 신호를 특정한 방향으로 집중시키는 방법이다. 다수의 안테나가 집합된 형태를 배열 안테나(array

antenna), 배열 안테나에 포함되어 있는 안테나를 요소 안테나(antenna element)라 한다. 송신 빔포밍은 신호의 전파 도달 거리를 증가시킬 수 있다. 또한 송신 빔포밍은 해당 방향 이외의 다른 방향으로는 신호가 거의 전송되지 않기 때문에 다른 사용자에게 미치는 간섭을 줄일 수 있다.

[45] 무선 통신 시스템의 수신단에서 수신 배열 안테나를 이용하여 수신 빔포밍이 수행될 수 있다. 수신 빔포밍은 전파의 수신을 특정 방향으로 집중시켜 해당 방향으로 들어오는 수신 신호 감도를 증가시킨다. 또한 수신 빔포밍은 해당 방향 이외의 방향으로 들어오는 신호를 수신 신호에서 배제함으로써 간섭 신호를 차단한다.

[46] 전송 주파수가 높아질수록 전파의 파장은 짧아지므로 반 파장 간격으로 안테나를 구성하는 경우, 동일한 면적 내에 더 많은 요소 안테나들로 배열 안테나를 구성할 수 있다. 즉, 고주파수 대역에서 동작하는 통신 시스템은 낮은 주파수 대역에서 빔포밍 기술을 사용하는 것에 비해 상대적으로 더 높은 안테나 이득을 얻을 수 있으므로, 빔포밍 기술을 적용하기에 유리한 시스템이다. 예를 들어, IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11ad (WiGig) 표준은 초고주파 대역, 예를 들어 60기가헤르쯔(GHz)의 초고주파 대역에서의 서비스 제공 및 빔포밍(beamforming) 기술을 사용하는 무선 통신시스템을 고려하고 있다.

[47] 한편 IEEE 802.11ad 표준에 따른 무선 통신시스템은 단일입력 단일출력(single-input single-output, SISO) 기반의 시스템만을 고려하고 있기 때문에, 향후의 사용이 예상되는 다중입력 다중출력(multiple-input multiple-output, MIMO) 기반의 빔포밍 시스템에 적합한 빔포밍 기술이 요구된다. 후술될 본 발명의 실시예들은 향후의 pre-5G 혹은 post-11ad 시스템에 적합한 빔포밍 송수신 장치 및 방법과 관련이 있으며, 보다 구체적으로는 MIMO 빔 선택(beam selection) 방법 및 장치와 관련이 있다. 하기에서는 2 페이즈(phase)에 걸쳐서 수행되는 MIMO 빔 선택 방식이 설명될 것이며, 각 페이즈마다 요구되는 정보들이 정의될 것이다.

[48] 도 1a는 본 발명의 실시예들이 적용되는 빔포밍 MIMO 시스템의 블록 구성을 보여주는 도면이다. 도 1b는 본 발명의 실시예들이 적용되는 빔포밍 MIMO 시스템의 기지국 및 단말에서 안테나 별 다수의 빔 조합이 지원됨을 보여주는 도면이다.

[49] 도 1a를 참조하면, 기지국 100은 2개의 안테나 Ant.#0, Ant.#1을 구비한다. 단말 200은 2개의 안테나 Ant.#0, Ant.#1를 구비한다. 단말 200의 안테나 Ant.#0은 채널 hOO을 통해 기지국 100의 안테나 Ant.#0으로부터의 신호를 수신한다. 단말 200의 안테나 Ant.#0은 채널 h01을 통해 기지국 100의 안테나 Ant.#1로부터의 신호를 수신한다. 단말 200의 안테나 Ant.#1은 채널 h1O을 통해 기지국 100의 안테나 Ant.#1로부터의 신호를 수신한다. 단말 200의 안테나 Ant.#1은 채널 h11을 통해 기지국 100의 안테나 Ant.#1로부터의 신호를 수신한다. 이와 같이

기지국 100과 단말 200은 빔포밍 2x2 MIMO 시스템을 구성한다.

[50] 도 1b를 참조하면, 송신 측(예; 기지국 100) 및 수신 측(예; 단말 200)의 안테나 별 빔 개수는 다수 개일 수 있다. 예를 들어, 기지국 100의 안테나 별 빔 개수는 16개이고, 단말 200의 안테나 별 빔 개수는 8개일 수 있다.

[51] 도 1a 및 도 1b에는 기지국 100이 송신 빔포밍을 수행하고, 단말 200이 수신 빔포밍을 수행하는 예가 도시되어 있지만, 역의 동작도 가능하다. 예를 들어, 단말 200이 송신 빔포밍을 수행하고, 기지국 100이 수신 빔포밍을 수행할 수도 있다. 또한, 빔포밍 동작은 기지국 100과 단말 200의 사이에서 수행되는 예로서 설명될 수도 있지만, 후술되는 바와 같이 억세스 포인트(access point, AP)와 스테이션(station, STA)의 사이에서 수행되는 예로서 설명될 수도 있다. 다른 예로, 빔포밍 동작은 개시기(initiator)와 응답기(responder) 사이에서 수행되는 예로서 설명될 수도 있다.

[52] 도 2는 본 명의 실시예들이 적용되는 빔포밍 MIMO 시스템의 기본 구조를 보여주는 도면이다.

[53] 도 2를 참조하면, 빔포밍 MIMO 시스템은 송신 장치 5를 포함한다. 송신 장치 5의 MIMO 송신 경로 10은 정보 스트림(information stream) #0과 정보 스트림 #1을 출력한다. 정보 스트림 #0은 믹서 21, 위상 천이기 31 및 전력 증폭기 41을 거쳐 송신 처리된다. 송신 처리된 정보 스트림 #0은 균일의 선형(uniform linear) 송신 어레이 안테나 (array antenna) #0을 통해 MIMO 채널상으로 출력된다. 정보 스트림 #1은 믹서 22, 위상 천이기 32 및 전력 증폭기 42를 거쳐 송신 처리된다. 송신 처리된 정보 스트림 #1은 송신 어레이 안테나 #1을 통해 MIMO 채널상으로 출력된다.

[54] 빔포밍 MIMO 시스템은 수신 장치 50을 포함한다. 수신 장치 50은 MIMO 채널상에 출력된 정보 스트림들을 수신 처리한다. MIMO 채널상에 출력된 정보 스트림 #0은 수신 어레이 안테나 #0을 통해 수신된 후 저잡음 증폭기 61, 위상 천이기 71 및 믹서 81을 거쳐 수신 처리된다. 수신 처리된 정보 스트림 #0은 MIMO 수신 경로 90으로 입력된다. MIMO 채널상에 출력된 정보 스트림 #0은 수신 어레이 안테나 #0을 통해 수신된 후 저잡음 증폭기 61, 위상 천이기 71 및 믹서 81을 거쳐 수신 처리된다. 수신 처리된 정보 스트림 #0은 MIMO 수신 경로 90으로 입력된다.

[55] 도 3은 본 발명의 실시예들이 적용되는 무선 통신시스템에서 피드백 정보 송수신 동작의 개념을 설명하기 위한 도면이다.

[56] 도 3을 참조하면, 기지국 100과 단말 200은 빔포밍을 지원할 수 있다. 예를 들어, 기지국 100은 송신 빔을 이용하여 신호를 송신하고, 단말 200은 수신 빔을 이용하여 상기 신호를 수신할 수 있다. 여기서 기지국 100과 단말 200은 각각 다수의 안테나들을 구비할 수 있다. 기지국 100은 각 안테나 별로 다수의 송신 빔들을 지원할 수 있다. 유사하게, 단말 200은 각 안테나 별로 다수의 수신 빔들을 지원할 수 있다. 단말 200은 기지국 100으로부터 신호를 수신하고 다수의

기지국 송신 빔 후보를 선택하고, 선택된 기지국 송신 빔 후보에 대한 정보를 기지국 100으로 피드백한다. 또한, 기지국 100은 단말 200으로부터 신호를 수신하고 다수의 단말 송신 빔 후보를 선택하고, 선택된 단말 송신 빔 후보에 대한 정보를 기지국 100으로 피드백한다.

[57] 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 동작과 대비되는, IEEE 802.11ad 표준에서의 빔 선택 동작은 대략적인 빔을 선택하는 섹터 레벨 스위프(Sector Level Sweep, SLS) 과정과 세부 빔을 선택하는 빔 정련 프로토콜(Beam Refinement Protocol, BRP) 과정을 포함한다.

[58] SLS 과정에서는 상대적으로 넓은 빔을 이용하여 대략의 송신 방향이 결정된다. 이 단계에서는 상대적으로 적은 안테나 요소가 사용된다. 여기서, 송신단은 빔포밍 모드(지향성 안테나 모드)로 동작하고, 수신단은 의사 등방(Quasi-omni) 안테나 모드로 동작한다. 수신단은 송신단이 빔을 스위핑하면서 전송하는 특정 신호(예; 프리앰블(preamble))를 수신하여, 송신단의 송신 빔을 추정할 수 있다.

[59] BRP 과정에서는 상대적으로 좁은 빔을 이용하여 정밀하게 송신/수신 빔 조합이 결정된다. BRP 과정은 SLS 과정에 비해 상대적으로 많은 안테나 요소를 사용하고, 반복 수행을 통해 정밀도를 증대시킬 수 있다. BRP 과정에서는 제어 패킷, 비컨(beacon)의 전송 등과 같이 최소한의 통신이 가능한 상태가 수립되고, 송신단 및 수신단 사이의 최적 빔이 결정된다.

[60] 이와 같이 IEEE 802.11ad 표준에 따른 빔 선택 동작은 송신 빔을 결정하기 위한 과정이 기본적으로 수행되며, 필요시 수신빔을 결정하기 위한 과정이 수행될 수 있다. 이때 의사 등방 모드에서 빔 선택 동작이 수행된다.

[61] 본 발명의 실시예들에 따른 MIMO 빔 선택 동작은 제1 페이즈(first phase) 및 제2 페이즈(second phase)를 포함하여 2단계로 수행된다.

[62] 제1 페이즈에서는 등방 기반 빔 스위프(omni-based beam sweep) 방식을 이용하여 다수의 후보 빔이 선정된다. 제1 페이즈에서는 IEEE 802.11ad의 SLS 과정에서 사용되는 상대적으로 넓은 섹터 빔과 다른, IEEE 802.11ad의 BRP 과정에서 빔 정련을 위해 사용되는 상대적으로 좁은 빔이 다수의 후보 빔 선택을 위해 이용된다. 또한 제1 페이즈에서는 TXSS 및 RXSS가 별도로 운용되지 않고, 결합되어 운용된다.

[63] 제2 페이즈에서는 다수의 후보 빔 중에서 최적의 빔이 선정된다. IEEE 802.11ad의 BRP 과정에서 송신단 또는 수신단에서 의사 등방 모드 기반으로 빔을 선택한다. 대비적으로, 제2 페이즈에서는 송신단 및 수신단 모두 빔포밍을 수행하면서 빔을 선택하는 빔 트레이닝을 한다.

[64] SISO 기반의 IEEE 802.11ad에서의 빔 선택은 의사 등방 기반 및 수신신호세기(Receive Signal Strength Indicator, RSSI) 기반으로 이루어진다. SISO에서의 채널 용량(channel capacity)은 $C = \log_2(1+SNR)$ 와 같이 표현할 수 있으므로, RSSI를 신호 대 잡음비(Signal to noise ratio, SNR)로 근사화하여 채널 용량을 추정할 수

있기 때문이다. SISO 기반 통신 시스템에서 송신 및 수신 빔포밍을 모두 수행하면서 빔을 선택하는 방법은 복잡도가 매우 큰 반면에, 송신단 또는 수신단에서 의사 등방 모드 기반으로 빔 선택을 수행하면서, RSSI가 큰 빔을 선택하는 것은 성능면에서 큰 차이가 없다.

[65] 그러나 MIMO 기반 통신 시스템에서의 채널 용량은

$$C=\log_2 \det\left(\mathbf{I}+\frac{E_x}{N_T N_0}\mathbf{H}\mathbf{H}^H\right)$$

와 같이 SISO 기반 통신 시스템의 채널 용량 계산 시 고려되지 않은 채널의 랭크(rank)가 고려된다. 여기서, E_x는 송신 신호의 에너지를 나타내고, N_T는 송신 안테나 수를 나타내고, N_0는 잡음을 나타내고, H는 채널 이득을 나타낸다. 그러므로 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 방법은 BRP 구간에서 송신단 및 수신단 모두 빔포밍을 수행하면서 빔 선택을 추정한다.

[66] 본 발명의 실시예들에 따른 제1 페이즈의 동작을 통해 IEEE 802.11ad 대비하여 빔 트레이닝 오버헤드가 최소화될 수 있다. 또한, 제1 페이즈의 동작을 통해 다수의 후보 빔을 선택 및 트래킹(tracking)함으로써 블록커(blocker)에 대한 강건성(robustness)을 높일 수 있다. 제2 페이즈의 동작을 통해 탐색 공간(search space)이 줄어들 수 있으며, 이에 따라 수신 복잡도가 감소될 수 있다.

[67] 도 4는 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다. 이 처리 절차는 도 1a에 도시된 기지국과 단말이 각각 억세스 포인트(AP) 100과 스테이션(STA) 200인 경우 이들이 최적의 빔을 선택하는 동작에 해당한다.

[68] 도 4를 참조하면, 405단계에서 AP 100은 송신 빔 스위핑(AP transmit sector sweep, AP-TXSS)을 수행하고, STA 200은 다수의 AP 송신 빔들 중에서 다수의 AP 후보 송신 빔들을 선택한다. AP 100은 상대적으로 좁은 빔을 스위핑하면서 특정 신호(예; 프리앰블)를 송신한다. STA 200은 의사 등방 모드로 AP 100으로부터의 신호를 수신하면서 AP의 다수의 좁은 송신 빔들을 후보 빔들로 선택한다.

[69] 410단계에서 STA 200은 선택된 다수의 AP 후보 송신 빔들에 대한 정보를 AP 100으로 피드백한다.

[70] 415단계에서 STA 200은 송신 빔 스위핑(STA transmit sector sweep, STA-TXSS)을 수행하고, AP 100은 다수의 STA 송신 빔들 중에서 다수의 STA 후보 송신 빔들을 선택한다. STA 200은 상대적으로 좁은 빔을 스위핑하면서 특정 신호(예; 프리앰블)를 송신한다. AP 100은 의사 등방 모드로 STA 200으로부터의 신호를 수신하면서 STA의 다수의 좁은 송신 빔들을 후보 빔들로 선택한다.

[71] 일 실시 예에서, 410단계 및 415단계는 STA 200에 의해 수행되는 동작들이며, 동일한 구간에서 수행될 수 있다.

[72] 420단계에서 AP 100은 선택된 다수의 STA 후보 송신 빔들에 대한 정보를 STA

200으로 피드백한다.

[73] 425단계에서 STA 200은 수신 빔 스위핑(STA receiver sector sweep, STA-RXSS)을 수행하고, 다수의 STA 수신 빔들 중에서 다수의 STA 후보 수신 빔들을 선택한다. STA-RXSS를 위하여, AP 100은 의사 등방 모드 또는 빔포밍하여 신호를 송신하고, STA 200은 빔을 변경하면서 AP 100으로부터의 신호를 수신하여 STA의 다수의 좁은 수신 빔들을 후보 빔들로 선택한다. 일 실시예에서, AP 100이 빔포밍을 이용하여 신호를 송신하는 경우 가장 큰 신호 세기의 빔이 이용될 수 있다.

[74] 430단계에서 AP 100은 수신 빔 스위핑(AP receiver sector sweep, AP-RXSS)을 수행하고, 다수의 AP 수신 빔들 중에서 다수의 AP 후보 수신 빔들을 선택한다. AP-RXSS를 위하여, STA 200은 의사 등방 모드 또는 빔포밍하여 신호를 송신하고, AP 100은 빔을 변경하면서 STA 200으로부터의 신호를 수신하여 AP의 다수의 좁은 수신 빔들을 후보 빔들로 선택한다. 일 실시 예에서, STA 200이 빔포밍을 이용하여 신호를 송신하는 경우 가장 큰 신호 세기의 빔이 이용될 수 있다.

[75] 일 실시 예에서, STA-RXSS 425를 위해 405단계에서의 AP-TXSS와 별도의 AP-TXSS가 먼저 수행된 이후에 STA-RXSS 425 및 AP-RXSS 430이 수행될 수 있다(도 10의 Scheme 1 참조).

[76] 다른 실시 예에서, STA-TXSS 피드백 과정과 함께 STA-RXSS 425가 결합되어 수행되고, 그 다음에 AP-RXSS 430이 수행될 수 있다(도 18의 Scheme 2 참조). 이러한 경우 STA-RXSS 425를 위한 AP-TXSS가 수행되지 않을 수 있다.

[77] 또 다른 실시 예에서, 하향 링크 빔과 상향 링크 빔 사이의 빔 상호관계(beam reciprocity)가 존재하는 경우, STA-RXSS 425와 AP-RXSS 430이 수행되지 않을 수 있다(도 20의 Scheme 3 참조).

[78] 435단계에서 AP 100과 STA 200은 각각 최적의 송신/수신 빔 조합을 선택한다. 다수의 송신/수신 빔을 선택한 후, AP 100과 STA 200은 각각 다수의 빔 조합을 이용하여 원샷 빔트레이닝(one-shot beam training)을 수행하고, MIMO 통신을 위한 최적의 송신/수신 빔 조합을 선택한다.

[79] 일 실시 예에서, AP 100은 STA 200의 송신 빔 후보들과 AP 100의 수신 빔 후보들의 빔 쌍들 중에서 STA 200으로부터 AP 100으로 송신되는 데이터의 수신을 위해 사용될 최적의 상향링크 빔 조합을 선택할 수 있다. 예를 들어, AP 100은 후보들의 빔 쌍들의 신호세기와 채널 용량 중의 하나에 기초하여 빔 쌍들 중 최적의 상향링크 빔 조합을 선택할 수 있다. AP 100은 STA 200으로 최적의 상향링크 빔 조합에 대한 정보를 피드백할 수 있다. STA 200은 STA 200의 송신 빔 후보들과 AP 100의 수신 빔 후보들의 빔 쌍 중에서 STA 200으로부터 AP 100으로의 데이터의 송신을 위해 사용될 최적의 상향링크 빔 조합에 대한 정보를 AP 100으로부터 수신한다. 그러면, 최적의 빔 정보에 기초하여 STA 200은 상향링크 데이터를 송신하고, AP 100은 상향링크 데이터를 수신할 수

있다.

[80] 다른 실시예에 있어서, STA 200은 AP 100의 송신 빔 후보들과 STA 200의 수신 빔 후보들의 빔 쌍 중에서 AP 100으로부터 STA 200으로의 데이터의 송신을 위해 사용될 최적의 하향링크 빔 조합을 선택할 수 있다. 예를 들어, 최적의 하향링크 빔 조합은 STA 200에 의해 빔 쌍들의 신호세기와 채널 용량 중의 하나에 기초하여 결정할 수 있다. STA 200은 AP 100으로 최적의 하향링크 빔 조합에 대한 정보를 피드백할 수 있다. AP 100은 AP 100의 송신 빔 후보들과 STA 200의 수신 빔 후보들의 빔 쌍 중에서 AP 100으로부터 STA 200으로의 데이터의 송신을 위해 사용될 최적의 하향링크 빔 조합에 대한 정보를 STA 200으로부터 수신한다. 그러면, 최적의 빔 정보에 기초하여 AP 100은 하향링크 데이터를 송신하고, STA 200은 하향링크 데이터를 수신할 수 있다.

[81] 405단계 내지 430단계는 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 동작의 제1 페이즈에 해당하며, 435단계는 제2 페이즈에 해당한다.

[82] 도 5는 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 동작 및 데이터 전송 동작의 처리 흐름을 보여주는 도면이다. 이 처리 흐름은 도 1a에 도시된 기지국과 단말이 각각 억세스 포인트(AP) 100과 스테이션(STA) 200인 경우 이들 각각에서 최적의 빔을 선택하는 동작의 흐름에 해당한다.

[83] 도 5를 참조하면, 제1 페이즈(1st phase) 510에서는 다수의 송신/수신 빔 후보가 선택된다. 512단계에서 AP 100은 AP 송신 빔 스위핑 동작을 수행하고, STA 200은 AP 송신 빔 스위핑에 따른 다수의 AP 송신 빔들 중에서 다수의 AP 송신 빔 후보를 선택한다. 514단계에서 STA 200은 STA 송신 빔 스위핑 동작을 수행하고, AP 100은 STA 송신 빔 스위핑에 따른 다수의 STA 송신 빔들 중에서 다수의 STA 송신 빔 후보를 선택한다. 또한, 514단계에서 STA 200은 다수의 AP 송신 빔 후보에 대한 정보를 AP 100으로 피드백한다. 516단계에서 STA 200은 STA 수신 빔 스위핑 동작을 수행한다. 또한, 516단계에서 AP 100은 다수의 STA 송신 빔 후보에 대한 정보를 STA 200으로 피드백한다. 518단계에서 AP 100은 AP 수신 빔 스위핑 동작을 수행한다.

[84] 제2 페이즈(2nd phase) 520에서 AP 100과 STA 200은 최적의 송신/수신 빔을 선택한다. 즉, 제2 페이즈에서는 다수의 송신/수신 빔 후보를 조합하여 BRP 단계 522를 수행함으로써 MIMO 빔을 선택한다.

[85] 530단계에서 AP 100과 STA 200은 각각 선택된 빔 조합을 이용하여 데이터를 송신/수신한다. 540단계에서 데이터 전송 도중에 선택된 빔에 대한 블록킹(blocking) 또는 데이터 전송의 블록킹이 발생한 것으로 판단되면, AP 100과 STA 200은 BRP 과정을 다시 수행하여 빔 조합을 갱신할 수 있다.

[86] 전술한 바와 같은 동작은 비컨 전송 간격(Beacon transmission interval, BTI) 구간 단위로 수행된다. 550단계에서 하나의 BTI 구간이 경과한 것으로 판단되면, 512단계로 되돌아가서 제1 페이즈 510의 동작을 다시 수행한다.

[87] 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 MIMO 시스템의 송신 장치에 의한 빔 선택

동작의 처리 흐름을 보여주는 도면이다. 이 처리 흐름은 송신 장치가 도 1a에 도시된 기지국 또는 AP 100인 경우 최적의 빔을 선택하는 동작에 해당한다.

[88] 도 6을 참조하면, 605단계에서 AP 100은 송신 빔 스위핑(AP transmit sector sweep, AP-TXSS)을 수행한다. 즉, AP 100은 상대적으로 좁은 빔을 스위핑하면서 특정 신호(예; 프리앰블)를 송신한다. STA 200은 의사 등방 모드로 AP 100으로부터의 신호를 수신하면서 AP의 다수의 좁은 송신 빔들을 후보 빔들로 선택한다.

[89] 610단계에서 AP 100은 STA 200에 의해 선택된 다수의 AP 후보 송신 빔들에 대한 피드백 정보를 STA 200으로부터 피드백받는다.

[90] 615단계에서 STA 200이 송신 빔 스위핑(STA transmit sector sweep, STA-TXSS)을 수행하면, AP 100은 다수의 STA 송신 빔들 중에서 다수의 STA 후보 송신 빔들을 선택한다. 즉, STA 200이 상대적으로 좁은 빔을 스위핑하면서 특정 신호(예; 프리앰블)를 송신하면, AP 100은 의사 등방 모드로 STA 200으로부터의 신호를 수신하면서 STA의 다수의 좁은 송신 빔들을 후보 빔들로 선택한다.

[91] 620단계에서 AP 100은 선택된 다수의 STA 후보 송신 빔들에 대한 정보를 피드백 정보로서 생성하고, 이 정보를 STA 200으로 피드백한다.

[92] 625단계에서 AP 100은 수신 빔 스위핑(AP receiver sector sweep, AP-RXSS)을 수행하고, 다수의 AP 수신 빔들 중에서 다수의 AP 후보 수신 빔들을 선택한다. AP-RXSS를 위하여, STA 200이 의사 등방 모드 또는 빔포밍하여 신호를 송신하면, AP 100은 빔을 변경하면서 STA 200으로부터의 신호를 수신하여 AP의 다수의 좁은 수신 빔들을 후보 빔들로 선택한다. 만약 하향 링크 빔과 상향 링크 빔 사이의 빔 상호관계(beam reciprocity)가 존재한다면, AP-RXSS 625가 수행되지 않을 수 있다.

[93] 630단계에서 AP 100은 최적의 송신/수신 빔 조합을 선택한다. AP 100은 다수의 송신/수신 빔 조합을 이용하여 원샷 빔트레이닝(one-shot beam training)을 수행하고, MIMO 통신을 위한 최적의 송신/수신 빔 조합을 선택한다.

[94] 일 실시 예에서, AP 100은 STA 200의 송신 빔 후보들과 AP 100의 수신 빔 후보들의 빔 쌍들 중에서 STA 200으로부터 AP 100으로 송신되는 데이터의 수신을 위해 사용될 최적의 상향링크 빔 조합을 선택할 수 있다. 예를 들어, AP 100은 후보들의 빔 쌍들의 신호세기와 채널 용량 중의 하나에 기초하여 빔 쌍들 중 최적의 상향링크 빔 조합을 선택할 수 있다. AP 100은 STA 200으로 최적의 상향링크 빔 조합에 대한 정보를 피드백할 수 있다.

[95] 그러면 STA 200은 STA 200의 송신 빔 후보들과 AP 100의 수신 빔 후보들의 빔 쌍 중에서 STA 200으로부터 AP 100으로의 데이터의 송신을 위해 사용될 최적의 상향링크 빔 조합에 대한 정보를 AP 100으로부터 수신한다. 이에 따라, 최적의 빔 정보에 기초하여 STA 200은 상향링크 데이터를 송신하고, AP 100은 상향링크 데이터를 수신할 수 있다.

[96] 일 실시 예에서, 최적의 빔 조합의 선택은 빔 조합(beam combination) 또는 빔 쌍(beam pair)마다의 파워(또는 신호세기) 측정 결과에 기초하여 이루어질 수 있다. 다른 실시 예에서, 최적의 빔 조합의 선택은 빔 조합(beam combination) 또는 빔 쌍(beam pair)마다의 채널 용량의 측정 결과에 기초하여 이루어질 수 있다.

[97] 전술한 605단계 내지 625단계는 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 동작의 제1 페이즈에 해당하며, 630단계는 제2 페이즈에 해당한다.

[98] 도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 MIMO 시스템의 수신 장치에 의한 빔 선택 동작의 처리 흐름을 보여주는 도면이다. 이 처리 흐름은 수신 장치가 도 1a에 도시된 단말 또는 STA 200인 경우 최적의 빔을 선택하는 동작에 해당한다.

[99] 도 7을 참조하면, 705단계에서 AP 100이 송신 빔 스위핑(AP transmit sector sweep, AP-TXSS)을 수행하면, STA 200은 다수의 AP 송신 빔들 중에서 다수의 AP 후보 송신 빔들을 선택한다. AP 100이 상대적으로 좁은 빔을 스위핑하면서 특정 신호(예; 프리앰블)를 송신하면, STA 200은 의사 등방 모드로 AP 100으로부터의 신호를 수신하면서 AP의 다수의 좁은 송신 빔들을 후보 빔들로 선택한다.

[100] 710단계에서 STA 200은 선택된 다수의 AP 후보 송신 빔들에 대한 정보를 피드백 정보로서 생성하고, 이 정보를 AP 100으로 피드백한다.

[101] 715단계에서 STA 200은 송신 빔 스위핑(STA transmit sector sweep, STA-TXSS)을 수행한다. 그러면 AP 100은 다수의 STA 송신 빔들 중에서 다수의 STA 후보 송신 빔들을 선택한다. STA 200이 상대적으로 좁은 빔을 스위핑하면서 특정 신호(예; 프리앰블)를 송신하면, AP 100은 의사 등방 모드로 STA 200으로부터의 신호를 수신하면서 STA의 다수의 좁은 송신 빔들을 후보 빔들로 선택한다.

[102] 720단계에서 STA 200은 AP 100에 의해 선택된 다수의 STA 후보 송신 빔들에 대한 피드백 정보를 AP 100으로부터 피드백받는다.

[103] 725단계에서 STA 200은 수신 빔 스위핑(STA receiver sector sweep, STA-RXSS)을 수행하고, 다수의 STA 수신 빔들 중에서 다수의 STA 후보 수신 빔들을 선택한다. STA-RXSS를 위하여, AP 100이 의사 등방 모드 또는 빔포밍하여 신호를 송신하면, STA 200은 빔을 변경하면서 AP 100으로부터의 신호를 수신하여 STA의 다수의 좁은 수신 빔들을 후보 빔들로 선택한다. 만약 하향 링크 빔과 상향 링크 빔 사이의 빔 상호관계(beam reciprocity)가 존재한다면, STA-RXSS 725가 수행되지 않을 수 있다.

[104] 730단계에서 STA 200은 최적의 송신/수신 빔 조합을 선택한다. STA 200은 다수의 송신/수신 빔 조합을 이용하여 원샷 빔트레이닝(one-shot beam training)을 수행하고, MIMO 통신을 위한 최적의 송신/수신 빔 조합을 선택한다. 예를 들어, STA 200은 자신의 다수의 수신 빔과 AP 100의 다수의 송신 빔 조합 중에서 최적의 AP 송신 빔/STA 수신 빔의 조합을 선택한다.

[105] 일 실시 예에서, STA 200은 AP 100의 송신 빔 후보들과 STA 200의 수신 빔 후보들의 빔 쌍 중에서 AP 100으로부터 STA 200으로의 데이터의 송신을 위해 사용될 최적의 하향링크 빔 조합을 선택할 수 있다. 예를 들어, 최적의 하향링크 빔 조합은 STA 200에 의해 빔 쌍들의 신호세기와 채널 용량 중의 하나에 기초하여 결정할 수 있다. STA 200은 AP 100으로 최적의 하향링크 빔 조합에 대한 정보를 피드백할 수 있다.

[106] 그러면 AP 100은 AP 100의 송신 빔 후보들과 STA 200의 수신 빔 후보들의 빔 쌍 중에서 AP 100으로부터 STA 200으로의 데이터의 송신을 위해 사용될 최적의 하향링크 빔 조합에 대한 정보를 STA 200으로부터 수신한다. 이에 따라, 최적의 빔 정보에 기초하여 AP 100은 하향링크 데이터를 송신하고, STA 200은 하향링크 데이터를 수신할 수 있다.

[107] 일 실시 예에서, 최적의 빔 조합의 선택은 빔 조합(beam combination) 또는 빔 쌍(beam pair)마다의 파워 측정 결과에 기초하여 이루어질 수 있다. 다른 실시 예에서, 최적의 빔 조합의 선택은 빔 조합(beam combination) 또는 빔 쌍(beam pair)마다의 채널 용량의 측정 결과에 기초하여 이루어질 수 있다.

[108] 전술한 705단계 내지 725단계는 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 동작의 제1 페이즈에 해당하며, 730단계는 제2 페이즈에 해당한다.

[109] 도 8은 본 발명의 실시예들에 따른 MIMO 시스템의 송신 장치(송신단)의 구성을 보여주는 도면이다. 예를 들어, MIMO 시스템의 송신 장치는 도 1a에 도시된 기지국 또는 AP 100이 될 수 있다.

[110] 도 8을 참조하면, 송신 장치(송신단)는 안테나부 110과 송수신기 120과 제어부 130과 저장부 140을 포함한다.

[111] 안테나부 110은 송수신기 120에 의해 송신 처리된 신호를 무선 채널을 통해 송신하고, 무선 채널상의 신호를 수신한다. 안테나부 110은 빔포밍을 지원하기 위한 다수의 안테나들, 어레이 안테나 또는 안테나 요소(element)들을 포함할 수 있다.

[112] 송수신기 120은 송신될 신호를 송신 처리하고, 또한 수신되는 신호를 수신 처리한다. 예를 들어, 송수신기 120은 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 데이터 송신 시, 송수신기 120은 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 이때 송수신기 120은 상기 복소 심벌들을 부반송파들에 매핑하고, IFFT(inverse fast Fourier transform) 연산을 통해 OFDM 심벌을 생성할 수 있다. 데이터 수신 시, 송수신기 120은 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다. 또한, 송수신기 120은 기저대역 신호를 RF(radio frequency) 대역 신호로 상향변환한 후 안테나부 110을 통해 송신하고, 상기 안테나부 110을 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다. 예를 들어, 송수신기 120은 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서(mixer), 오실레이어(oscillator), DAC(Digital to Analog Convertor), ADC(Analog to Digital Convertor) 등을 포함할 수 있다.

[113] 또한, 송수신기 120은 다수의 RF 체인들을 포함할 수 있다. 게다가, 송수신기 120은 빔포밍(beamforming)을 지원할 수 있다. 빔포밍을 위해, 송수신기 120은 안테나부 110에 포함되는 다수의 안테나들 또는 안테나 요소(element)들을 통해 송수신되는 신호들 각각의 위상 및 크기를 조절할 수 있다. 또한, 송수신기 120은 송신되는 다수의 데이터 스트림들에 대해 프리코딩(precoding)을 수행할 수 있다. 이에 따라 송신 장치는 MU-MIMO 통신을 수행할 수 있다. 송수신기 120은 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이러한 송수신기 120은 통신부 또는 송수신부로 지칭될 수 있으며, 경우에 따라서는 송신기와 수신기 또는 송신부와 수신부로 분리되어 도시될 수 있다.

[114] 저장부 140은 송신 장치의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 또한, 저장부 140은 제어부 130의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.

[115] 제어부 130은 송신 장치(또는 송신단)의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부 130은 송수신기 120을 통해 신호를 송수신한다. 또한, 제어부 130은 저장부 140에 데이터를 기록하고, 저장부 140에 기록되어 있는 데이터를 읽는다. 이를 위해, 제어부 130은 적어도 하나의 프로세서(processor)를 포함할 수 있다.

[116] 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 및 피드백 동작을 위해, 제어부 130은 빔 후보 선택 모듈 132와 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 134와 정보 생성 모듈 136을 포함한다.

[117] 빔 후보 선택 모듈 132는 다수의 송신 빔들 중에서 하나 이상의 송신 빔 후보들과 다수의 수신 빔들 중에서 하나 이상의 수신 빔 후보들을 선택한다.

[118] 제1 예에서, 빔 후보 선택 모듈 132는 다수의 빔들 중에서 신호세기 기준으로 선택된 미리 정해진 개수의 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[119] 제2 예에서, 빔 후보 선택 모듈 132는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 특정 임계값 이상인 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[120] 제3 예에서, 빔 후보 선택 모듈 132는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 특정 임계값 이상인 빔들 중 미리 정해진 개수의 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[121] 제4 예에서, 빔 후보 선택 모듈 132는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 가장 큰 빔 기준으로 미리 정해진 범위 내의 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[122] 제5 예에서, 빔 후보 선택 모듈 132는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 가장 큰 빔 기준으로 미리 정해진 범위 내의 빔들 중 미리 정해진 개수의 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[123] 제6 예에서, 빔 후보 선택 모듈 132는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 제1 임계값 이상인 빔들 중 제2 임계값 이상인 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[124] 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 134는 송신 빔 후보들과 수신 빔 후보들의 조합으로부터 최적의 빔 조합을 결정한다. 일 실시 예에서, 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 134는 송신단이 AP 100이고 수신단이 STA 200인 경우, STA 200의 송신 빔 후보들과 AP 100의 수신 빔 후보들의 빔 쌍들 중에서 STA 200으로부터

AP 100으로 송신되는 데이터의 수신을 위해 사용될 최적의 상향링크 빔 조합을 선택할 수 있다. 예를 들어, 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 134는 후보들의 빔 쌍들의 신호세기와 채널 용량 중의 하나에 기초하여 빔 쌍들 중 최적의 상향링크 빔 조합을 선택할 수 있다. AP 100은 STA 200으로 최적의 상향링크 빔 조합에 대한 정보를 피드백할 수 있다.

[125] 그러면 STA 200은 STA 200의 송신 빔 후보들과 AP 100의 수신 빔 후보들의 빔 쌍 중에서 STA 200으로부터 AP 100으로의 데이터의 송신을 위해 사용될 최적의 상향링크 빔 조합에 대한 정보를 AP 100으로부터 수신한다. 이에 따라, 최적의 빔 정보에 기초하여 STA 200은 상향링크 데이터를 송신하고, AP 100은 상향링크 데이터를 수신할 수 있다.

[126] 일 실시 예에서, 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 134는 빔 조합(beam combination) 또는 빔 쌍(beam pair)마다의 파워(또는 신호세기) 측정 결과에 기초하여 최적의 빔 조합을 선택할 수 있다. 다른 실시 예에서, 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 134는 빔 조합(beam combination) 또는 빔 쌍(beam pair)마다의 채널 용량의 측정 결과에 기초하여 최적의 빔 조합을 선택할 수 있다.

[127] 정보 생성 모듈 136은 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 동작과 관련한 다양한 빔 스위핑 정보 및 피드백 정보를 생성한다. 이렇게 생성된 정보는 송수신기 120 및 안테나 110을 거쳐 수신 장치(수신단)으로 제공된다. 예를 들어, 정보 생성 모듈 136는 빔 후보 선택 모듈 132와 연동하여, 송신단 송신 빔 스위핑 정보(예; AP-TXSS), 수신단 송신 빔 스위핑 피드백 정보(예; STA-TXSS Feedback), 송신단 수신 빔 스위핑 정보(예; AP-RXSS)를 생성할 수 있다. 다른 예로, 정보 생성 모듈 136는 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 134와 연동하여, 수신단의 송신 빔 후보들과 송신단의 수신 빔 후보들의 빔 쌍들 중에서 수신단으로부터 송신단으로 송신되는 데이터의 수신을 위해 사용될 최적의 상향링크 빔 조합에 대한 정보를 생성한다.

[128] 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 MIMO 시스템의 수신 장치(수신단)의 구성을 보여주는 도면이다. 예를 들어, MIMO 시스템의 수신 장치는 도 1a에 도시된 단말 또는 STA 200이 될 수 있다.

[129] 도 9를 참조하면, 수신 장치(수신단)는 안테나부 210과 송수신기 220과 제어부 230과 저장부 240을 포함한다.

[130] 안테나부 210은 송수신기 220에 의해 송신 처리된 신호를 무선 채널을 통해 송신하고, 무선 채널상의 신호를 수신한다. 안테나부 210은 빔포밍을 지원하기 위한 다수의 안테나들, 어레이 안테나 또는 안테나 요소(element)들을 포함할 수 있다.

[131] 송수신기 220은 송신될 신호를 송신 처리하고, 또한 수신되는 신호를 수신 처리한다. 예를 들어, 송수신기 220은 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 데이터 송신 시, 송수신기 220은 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 데이터 수신 시,

송수신기 220은 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다. 이때 송수신기 220은 수신된 신호를 OFDM 심벌 단위로 분할하고, 상기 OFDM 심벌에 대해 FFT(fast Fourier transform) 연산을 수행함으로써 부반송파 별 복소 심벌들을 복원할 수 있다. 또한, 송수신기 220은 기저대역 신호를 RF(radio frequency) 대역 신호로 상향 변환한 후 안테나부 210을 통해 송신하고, 안테나부 210을 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다. 예를 들어, 송수신기 220은 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서(mixer), 오실레이어(oscillator), DAC(Digital to Analog Convertor), ADC(Analog to Digital Convertor) 등을 포함할 수 있다.

[132] 또한, 송수신기 220은 다수의 RF 체인들을 포함할 수 있다. 게다가, 송수신기 220은 빔포밍을 수행할 수 있다. 빔포밍을 위해, 송수신기 220은 다수의 안테나들 또는 안테나 요소들을 통해 송수신되는 신호들 각각의 위상 및 크기를 조절할 수 있다. 송수신기 220은 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이러한 송수신기 220은 통신부 또는 송수신부로 지칭될 수 있으며, 경우에 따라서는 송신기와 수신기 또는 송신부와 수신부로 분리되어 도시될 수 있다.

[133] 저장부 240은 수신 장치의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 또한, 저장부 240은 제어부 230의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.

[134] 제어부 230은 상기 단말의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부 230은 송수신기 220을 통해 신호를 송수신한다. 또한, 제어부 230은 저장부 240에 데이터를 기록하고, 읽는다. 이를 위해, 제어부 230은 적어도 하나의 프로세서(processor)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어부 230은 통신을 위한 제어를 수행하는 CP(communication processor) 및 응용 프로그램 등 상위 계층을 제어하는 AP(application processor)를 포함할 수 있다.

[135] 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 및 피드백 동작을 위해, 제어부 230은 빔 후보 선택 모듈 232와 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 234와 정보 생성 모듈 236을 포함한다.

[136] 빔 후보 선택 모듈 232는 다수의 송신 빔들 중에서 하나 이상의 송신 빔 후보들과 다수의 수신 빔들 중에서 하나 이상의 수신 빔 후보들을 선택한다.

[137] 제1 예에서, 빔 후보 선택 모듈 232는 다수의 빔들 중에서 신호세기 기준으로 선택된 미리 정해진 개수의 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[138] 제2 예에서, 빔 후보 선택 모듈 232는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 특정 임계값 이상인 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[139] 제3 예에서, 빔 후보 선택 모듈 232는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 특정 임계값 이상인 빔들 중 미리 정해진 개수의 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[140] 제4 예에서, 빔 후보 선택 모듈 232는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 가장 큰 빔 기준으로 미리 정해진 범위 내의 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[141] 제5 예에서, 빔 후보 선택 모듈 232는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 가장 큰

빔 기준으로 미리 정해진 범위 내의 빔들 중 미리 정해진 개수의 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[142] 제6 예에서, 빔 후보 선택 모듈 232는 다수의 빔들 중에서 신호세기가 제1 임계값 이상인 빔들 중 제2 임계값 이상인 빔들을 빔 후보들로 선택한다.

[143] 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 234는 송신 빔 후보들과 수신 빔 후보들의 조합으로부터 최적의 빔 조합을 결정한다. 일 실시 예에서, 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 234는 송신단이 AP 100이고 수신단이 STA 200인 경우, AP 100의 송신 빔 후보들과 STA 200의 수신 빔 후보들의 빔 쌍 중에서 AP 100으로부터 STA 200으로의 데이터의 송신을 위해 사용될 최적의 하향링크 빔 조합을 선택할 수 있다. 예를 들어, 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 234는 빔 쌍들의 신호세기와 채널 용량 중의 하나에 기초하여 최적의 하향링크 빔 조합을 결정할 수 있다. STA 200은 AP 100으로 최적의 하향링크 빔 조합에 대한 정보를 피드백할 수 있다.

[144] 그러면 AP 100은 AP 100의 송신 빔 후보들과 STA 200의 수신 빔 후보들의 빔 쌍 중에서 AP 100으로부터 STA 200으로의 데이터의 송신을 위해 사용될 최적의 하향링크 빔 조합에 대한 정보를 STA 200으로부터 수신한다. 이에 따라, 최적의 빔 정보에 기초하여 AP 100은 하향링크 데이터를 송신하고, STA 200은 하향링크 데이터를 수신할 수 있다.

[145] 일 실시 예에서, 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 234는 빔 조합(beam combination) 또는 빔 쌍(beam pair)마다의 파워(또는 신호세기) 측정 결과에 기초하여 최적의 빔 조합을 선택할 수 있다. 다른 실시 예에서, 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 234는 빔 조합(beam combination) 또는 빔 쌍(beam pair)마다의 채널 용량의 측정 결과에 기초하여 최적의 빔 조합을 선택할 수 있다.

[146] 정보 생성 모듈 236은 본 발명의 실시예들에 따른 빔 선택 동작과 관련한 다양한 빔 스위핑 정보 및 피드백 정보를 생성한다. 이렇게 생성된 정보는 송수신기 220 및 안테나 210을 거쳐 송신 장치(송신단)으로 제공된다. 예를 들어, 정보 생성 모듈 236은 빔 후보 선택 모듈 232와 연동하여, 수신단 송신 빔 스위핑 정보(예; STA-TXSS), 송신단 송신 빔 스위핑 피드백 정보(예; AP-TXSS Feedback), 수신단 수신 빔 스위핑 정보(예; STA-RXSS)를 생성할 수 있다. 다른 예로, 정보 생성 모듈 236은 최적의 송신/수신 빔 선택 모듈 234와 연동하여, 송신단의 송신 빔 후보들과 수신단의 수신 빔 후보들의 빔 쌍들 중에서 송신단으로부터 수신단으로의 데이터 송신을 위해 사용될 최적의 하향링크 빔 조합에 대한 정보를 생성한다.

[147] 이하에서 본 발명의 구체적인 실시예들이 설명될 것이다. 도 10 내지 도 17은 제1 방식(Scheme 1)에 따른 빔 선택 동작을 설명하기 위한 도면들이다. 제1 방식은 MIMO 빔 선택 동작의 처리 절차(도 10)와, 다양한 빔 스위핑 정보 및 피드백 정보(도 11 내지 도 16)과, 최적의 송신/수신 빔 조합 선택 동작의 처리 절차(도 17)를 포함한다. 제2 방식은 MIMO 빔 선택 동작의 처리 절차(도 18)와,

빔 스위핑 정보 (도 19a 내지 도 19b)를 포함한다. 제2 방식은 제1 방식에 따른 절차 및 정보와 차이를 가지는 절차 및 정보만을 포함한다. 제3 방식은 MIMO 빔 선택 동작의 처리 절차(도 20)를 포함한다. 제3 방식은 제1 방식에 따른 절차와 차이를 가지는 절차만을 포함한다. 제4 방식은 빔 스위핑 피드백 정보(도 21 및 도 22)를 포함한다. 제5 방식은 빔 스위핑 정보 및 빔 스위핑 피드백 정보(도 23 내지 도 25)를 포함한다. 제4 방식 및 제5 방식은 제1 방식에 따른 정보와 차이를 가지는 정보만을 포함한다. 후술될 제1 방식 내지 제5 방식을 정리하면 다음의 <표 1>과 같다.

[148] 【표 1】

구분	내용
Scheme 1	TXSS/RXSS 결합 구조 (1) 제1 페이즈 - AP-TXSS, AP-TXSS 피드백/STA-TXSS, STA-TXSS 피드백 - AP-TXSS, STA-RXSS, AP-RXSS (2) 제2 페이즈 : MIMO 빔 선택
Scheme 2	2단계의 제1 페이즈를 1단계로 간소화 (1) 제1 페이즈 - AP-TXSS, AP-TXSS 피드백/STA-TXSS, STA-TXSS 피드백/STA-RXSS, AP-RXSS (2) 제2 페이즈 : MIMO 빔 선택
Scheme 3	절차 최소화 (빔 상호관계 이용) (1) 제1 페이즈 - AP-TXSS, AP-TXSS 피드백/STA-TXSS, STA-TXSS 피드백 (2) 제2 페이즈 : MIMO 빔 선택
Scheme 4	피드백 정보 감소 방안
Scheme 5	공간 다중화를 이용한 정보 비트 감소 방안

[149] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 MIMO 빔 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다. 여기서는 MIMO 빔 선택 동작이 IEEE 802.11ad 표준에 따른 수퍼프레임으로서의 비컨 인터벌(beacon interval)에서 수행되는 예로서 설명되고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다.

[150] 도 10을 참조하면, 하나의 비컨 구간 1000은 비컨 전송 인터벌(beacon transmission interval, BTI) 구간 1001과, 결합 빔포밍 트레이닝(association beamforming training, A-BFT)구간 1002와, 액세스 기회를 제공하는 공지 시간(announcement time, AT)구간 1003과, 데이터 송신/수신을 위한 데이터 전송시간(data transfer time, DTT)구간 1004를 포함한다. DTT 구간 1004는 경쟁 기반의 억세스 구간(Contention based access period, CBAP)들과

비경쟁(non-contention) 기반의 스케줄된 서비스 구간(service period, SP)들을 포함한다.

[151] BTI 구간 1001과 A-BFT 구간 1002에서 MIMO 빔 선택을 위한 제1 페이즈의 동작 1000-1이 수행되는데, 여기서 다수의 좁은 빔 후보가 선택된다. DTT 구간 1004에서 MIMO 빔 선택을 위한 제2 페이즈의 동작 1000-2가 수행되는데, 여기서 최적의 송신/수신 빔이 선택된다. 제1 페이즈의 동작은 도 10을 참조하여 설명될 것이며, 제2 페이즈의 동작은 도 17을 참조하여 구체적으로 설명될 것이다.

[152] 제1 페이즈 1000-1은 AP-TXSS 1010, AP-TXSS 피드백과 STA-TXSS 1020, STA-TXSS 피드백 1030을 통하여 AP와 STA의 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 선택하는 과정을 포함한다. 또한, 제1 페이즈 1000-1은 AP-TXSS 1010, STA-RXSS 1040, AP-RXSS 1050을 통하여 AP와 STA의 다수의 좁은 수신 빔 후보들을 선택하는 과정을 포함한다. BTI 구간 1001에서 AP-TXSS 1010이 수행될 수 있다. A-BFT 구간 1002의 한 슬롯(예; ScS slot #2)에서 AP-TXSS 피드백과 STA-TXSS 1020이 수행되고, STA-TXSS 피드백 1030이 수행될 수 있다. 또한, A-BFT 구간 1002의 다른 한 슬롯(예; ScS slot #m)에서 STA-RXSS 1040 및 AP-RXSS 1050이 수행될 수 있다.

[153] 먼저 AP와 STA의 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 선택하는 과정을 설명한다.

[154] AP-TXSS 과정 1010에서, AP 100은 좁은 송신 빔을 변경(스위핑)하면서 송신한다. STA 200은 의사 등방 모드로 AP 100으로부터의 빔을 수신하고, AP 100의 다수의 좁은 송신 빔 후보를 선택한다. 여기서, AP 100의 송신 빔 개수를 NT이라 가정하면, STA 200은 NT개 중에서 nt개의 빔을 선택한다. 일 실시 예에서, STA 200은 신호 세기 순으로 NT개 중에서 nt개의 빔을 선택할 수 있다. 다수의 빔 후보를 선택하는 방법은 다양하게 실시될 수 있으며, 이 방법들은 후술될 것이다.

[155] 일 실시 예에서, AP 100의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 안테나 마다 TXSS를 동시에 수행할 수 있다. AP 100의 송신 어레이 안테나가 TXSS를 동시에 수행하기 위해서는 STA 200에서 송신 안테나를 구분할 수 있도록, 송신 안테나를 구분할 수 있는 정보(예; 프리앰블(preamble))가 정의되어야 한다. 다른 실시 예에서, AP 100의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 SIMO(Single Input Multiple Output) 형태로 안테나 개수만큼 순차적으로(sequential) 수행할 수 있다.

[156] AP-TXSS 과정 1010에서 AP 100의 다수의 좁은 송신 빔을 선택하기 위해 필요한 정보의 예가 도 11에 도시되어 있다. 여기서는 RF 체인이 2개이고, 어레이 안테나의 개수가 2개인 경우를 예로 도시하고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다. AP-TXSS는 송신 다이버시티 전송이 가능하다.

[157] 도 11을 참조하면, AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 정보 1100은 Direction과, CDOWN과, RF 체인별 Antenna ID 및 Sector ID를 포함한다. Direction은 순방향 링크(forward link) 또는 역방향 링크(reverse link)를 알려주는 지시자(indicator)이다. CDOWN은 빔 스위핑이 이루어지지 않고 남아있는

빔(또는 섹터)개수를 표시한다. Antenna ID는 현재 송신중인 안테나 인덱스(antenna index)를 나타낸다. Sector ID는 현재 송신중인 빔(또는 섹터) 인덱스를 나타낸다. 예를 들어, Direction은 1비트, CDOWN은 9비트, Antenna ID는 2비트, Sector ID는 9비트로 구현될 수 있다.

[158] STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 1020에서, STA 200은 좁은 송신 빔을 변경(스위핑)하면서 송신한다. AP 100은 의사 등방 모드로 STA 200으로부터의 빔을 수신하고, STA 200의 다수의 좁은 송신 빔 후보를 선택한다. 또한, STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 1020에서, STA 200은 AP-TXSS 100을 통하여 추정한 다수의 좁은 빔 후보들을 피드백한다. 여기서, STA 200의 송신 빔 개수를 MT개라 가정하면, AP 100은 MT개중에서 mt개를 선택한다. 일 실시 예에서, AP 100은 신호 세기 순으로 MT개 중에서 mt개의 빔을 선택할 수 있다. 다수의 빔 후보를 선택하는 방법은 다양하게 실시될 수 있으며, 이 방법들은 후술될 것이다.

[159] 일 실시 예에서, STA 200의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 안테나 마다 TXSS를 동시에 수행할 수 있다. STA 200의 송신 어레이 안테나가 TXSS를 동시에 수행하기 위해서는 AP 100에서 송신 안테나를 구분할 수 있도록, 송신 안테나를 구분할 수 있는 정보(예; 프리앰블(preamble))가 정의되어야 한다. 다른 실시 예에서, AP 100의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 SIMO(Single Input Multiple Output) 형태로 안테나 개수만큼 순차적으로(sequential) 수행할 수 있다.

[160] STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 1020에서, STA 200이 TXSS를 수행하면서, AP 100의 다수개의 빔 후보를 피드백하기 위해 필요한 정보 및 피드백 정보의 예가 도 12 및 도 13에 도시되어 있다. 여기서는 RF 체인이 2개이고, 어레이 안테나의 개수가 2개인 경우를 예로 도시하고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다. STA-TXSS는 송신 다이버시티 전송이 가능하다.

[161] 도 12를 참조하면, STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 정보 1200은 Direction과, CDOWN과, RF 체인별 Antenna ID 및 Sector ID를 포함한다. Direction은 순방향 링크(forward link) 또는 역방향 링크(reverse link)를 알려주는 지시자(indicator)이다. CDOWN은 빔 스위핑이 이루어지지 않고 남아있는 빔(또는 섹터)개수를 표시한다. Antenna ID는 현재 송신중인 안테나 인덱스(antenna index)를 나타낸다. Sector ID는 현재 송신중인 빔(또는 섹터) 인덱스를 나타낸다. 예를 들어, Direction은 1비트, CDOWN은 9비트, Antenna ID는 2비트, Sector ID는 6비트로 구현될 수 있다.

[162] 도 13을 참조하면, AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 피드백 정보 1300은 RF 체인별 Antenna select, Sector select 및 SNR report를 포함한다. Antenna select는 선택된 안테나의 ID를 나타낸다. 다수의 Sector select는 AP 100의 안테나에 대한 후보 빔들에 대한 정보를 나타낸다. Sector select_1은 AP 100의 안테나에 대한 1번째 후보 빔 정보를 나타내고, Sector select_nt는 AP 100의 안테나에 대한 nt번째 후보 빔 정보를 나타낸다. 다수의 SNR report는 각 Sector select의 SNR 값을 나타낸다.

SNR report_1은 Sector select_1의 SNR 값을 나타내고, SNR report_nt는 Sector select_nt의 SNR 값을 나타낸다. 예를 들어, Antenna select는 2비트, 각 Sector select는 6비트, 각 SNR report는 8비트로 구현될 수 있다.

[163] STA-TXSS 피드백 과정 1030에서, AP 100은 추정한 MT개의 STA 200의 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 피드백한다. 이 과정에서 AP 100은 STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 1020에서 수신한 nt개의 AP 100의 다수의 좁은 송신 빔 후보 중에서 어느 한 송신 빔을 사용할 수 있다. 예를 들어, AP 100은 다수의 좁은 송신 빔 후보 중에서 신호 크기가 가장 큰 빔 인덱스를 사용할 수 있다. STA 200은 의사 등방 모드로 STA 200의 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 수신한다.

[164] 도 14를 참조하면, STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보 1400은 RF 체인별 Antenna select, Sector select 및 SNR report를 포함한다. Antenna select는 선택된 안테나의 ID를 나타낸다. 다수의 Sector select는 STA 200의 안테나에 대한 후보 빔들에 대한 정보를 나타낸다. Sector select_1은 STA 200의 안테나에 대한 1번째 후보 빔 정보를 나타내고, Sector select_mt는 STA 200의 안테나에 대한 mt번째 후보 빔 정보를 나타낸다. 다수의 SNR report는 각 Sector select의 SNR 값을 나타낸다. SNR report_1은 Sector select_1의 SNR 값을 나타내고, SNR report_mt는 Sector select_mt의 SNR 값을 나타낸다. 예를 들어, Antenna select는 2비트, 각 Sector select는 6비트, 각 SNR report는 8비트로 구현될 수 있다.

[165] 다음에 AP와 STA의 다수의 좁은 수신 빔 후보들을 선택하는 과정을 설명한다.

[166] 다수의 좁은 송신 빔 후보가 선택되면, AP-TXSS 과정 1010, STA-RXSS 과정 1040 및 AP-RXSS 과정 1050을 통해 다수의 좁은 수신 빔 후보가 선택된다.

[167] AP-RXSS 과정 1050의 수행을 위해 먼저 AP-TXSS 1010이 수행된다. AP-TXSS 과정 1010에서, AP 100은 좁은 송신 빔을 변경(스위핑)하면서 송신한다. STA 200은 의사 등방 모드로 AP 100으로부터의 빔을 수신하고, AP 100의 다수의 좁은 송신 빔 후보를 선택한다. 여기서, AP 100의 송신 빔 개수를 NT이라 가정하면, STA 200은 NT개 중에서 nt개의 빔을 선택한다.

[168] STA-RXSS 과정 1040에서, AP 100은 의사 등방 모드 또는 빔포밍하여 신호를 전송한다. STA 200은 빔을 스위핑하면서 STA 200의 다수의 좁은 수신 빔 후보를 선택한다. AP 100이 빔포밍을 이용하여 신호를 전송하는 경우, AP 100은 가장 큰 신호 세기의 빔을 이용할 수 있다. 만약 STA 200의 수신 빔 개수가 MR개라 가정하면, STA 200은 MR개 중에서 mr개의 빔을 선택한다. 일 실시 예에서, STA 200은 신호 세기 순으로 MR개 중에서 mr개의 빔을 선택할 수 있다. STA-RXSS을 위한 정보의 예가 도 15에 도시되어 있다.

[169] 도 15를 참조하면, STA 수신 빔 스위핑(STA-RXSS) 정보 1500은 Direction과, CDOWN을 포함한다. Direction은 순방향 링크(forward link) 또는 역방향 링크(reverse link)를 알려주는 지시자(indicator)이다. CDOWN은 빔 스위핑이 이루어지지 않고 남아있는 빔(또는 섹터)개수를 표시한다. 예를 들어, Direction은 1비트, CDOWN은 9비트로 구현될 수 있다.

[170] AP-RXSS 과정 1050에서, STA 200은 의사 등방 모드 또는 빔포밍하여 신호를 전송한다. AP 100은 빔을 스위핑하면서 AP 100의 다수의 좁은 수신 빔 후보를 선택한다. STA 200이 빔포밍을 이용하여 신호를 전송하는 경우, STA 200은 가장 큰 신호 세기의 빔을 이용할 수 있다. 만약 AP 100의 수신 빔 개수가 NR개라 가정하면, AP 100은 신호 세기 순으로 NR개 중에서 nr개의 빔을 선택할 수 있다. AP-RXSS을 위한 정보의 예가 도 16에 도시되어 있다.

[171] 도 16을 참조하면, AP 수신 빔 스위핑(AP-RXSS) 정보 1600은 Direction과, CDOWN을 포함한다. Direction은 순방향 링크(forward link) 또는 역방향 링크(reverse link)를 알려주는 지시자(indicator)이다. CDOWN은 빔 스위핑이 이루어지지 않고 남아있는 빔(또는 섹터)개수를 표시한다. 예를 들어, Direction은 1비트, CDOWN은 9비트로 구현될 수 있다.

[172] 전술한 바와 같이, 제1 페이즈를 통해 AP 100과 STA 200 각각에서 다수의 하향/상향 링크 빔 후보들이 선택된다. 다수의 빔 후보를 선택하는 방법은 다음과 같다.

[173] 1번째 방법은 신호 세기 순으로 n(최소 1, 최대 NT, NR, MT,또는 MR)개의 고정 빔을 선택하는 방식이다. 여기서 NT는 AP 100의 송신 빔 개수를 나타내고, NR은 AP 100의 수신 빔 개수를 나타내고, MT는 STA 200의 송신 빔 개수를 나타내고, MR은 STA 200의 수신 빔 개수를 나타낸다. 고정 n개를 선택하면, 제2 페이즈에서의 트레이닝(TRN) 구간의 길이가 고정되어 운용상 편리함이 있을 수 있다.

[174] 2번째 방법은 신호의 세기가 특정 임계값(threshold) 이상인 모든 빔들을 선택하는 방식이다. 1번째 방법에서 고정 n개를 선택하였을 때, 일부 빔은 잡음 레벨의 신호 세기를 가질 수 있기 때문에, 복잡도 감소를 위해 특정 임계값 이상의 빔들이 선택될 수 있다. 2번째 방법을 위해서는 다수의 좁은 빔 후보 개수가 고정되지 않기 때문에 제2 페이즈에서 트레이닝 구간의 길이가 유동적일 필요가 있다.

[175] 3번째 방법은 특정 임계값 이상의 빔을 선택하되, 너무 많은 빔이 선택되지 않도록 한계(p개까지)를 두는 방식이다. 3번째 방법은 트레이닝 구간의 길이를 유동적으로 하면서도, 최대 p개의 빔을 트레이닝할 수 있는 구간으로 한정할 수 있다.

[176] 4번째 방법은 신호 세기가 가장 큰 빔 대비하여 일정 범위내의 빔을 후보로 선택하는 방식이다.

[177] 5번째 방법은 신호 세기가 가장 큰 빔 대비하여 일정 범위내의 빔을 선택하되, 최대 p개까지만 선택하는 방식이다.

[178] 6번째 방법은 다중 임계값(multiple thresholds)를 두어 빔 후보를 결정하는 방식이다. 일 실시 예로, 제1 임계값(threshold 1)은 잡음 레벨 이상인 빔들을 1차적으로 선택하기 위해 사용하고, 제2 임계값(threshold 2)은 빔 후보 선택을 위해 사용함으로써 빔 후보 선택을 최적화할 수 있다.

[179] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 최적의 송신/수신 빔 조합 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다. 여기서는 최적의 송신/수신 빔 조합 선택 동작이 IEEE 802.11ad 표준에 따른 수퍼프레임으로서의 비컨 인터벌(beacon interval)에서 수행되는 예로서 설명되고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다. MIMO를 위한 최적의 송신/수신 빔 조합은 도 10에 도시된 비컨 인터벌 1000의 DTT 구간 1004에서 제2 페이즈의 동작 1000-2가 수행됨에 따라 선택될 수 있다. 예를 들어, 제2 페이즈의 동작 1000-2는 DTT 구간 1004의 제2 서비스 구간(SP2)에서 수행될 수 있다.

[180] 도 17을 참조하면, 서비스 구간 1700은 필드 1710, 필드 1720, 필드 1730, 필드 1740 및 필드 1750을 포함한다. 필드 1710은 시간 및 주파수 동기를 획득하기 위한 STF(short training field)이다. 필드 1720은 채널 추정을 위한 CE(channel estimation) 필드이다. 필드 1730은 헤더(Header) 필드이다. 필드 1740은 데이터(Data) 필드이다. 필드 1750은 빔 정련(beam refinement)를 위한 트레이닝(training, TRN) 필드이다. 필드 1750은 빔 별 수신 전력을 측정하는 AGC 구간 1760과, 빔 트레이닝을 위한 TRN 구간 1770으로 구성된다.

[181] IEEE 802.11ad 표준에서는 빔 트레이닝 구간이 수신 빔 트레이닝을 위해 수신 빔 트레이닝 구간(training receive beamforming, TRN-R)과 송신 빔 트레이닝을 위해 송신 빔 트레이닝 구간(training transmit beamforming, TRN-T)으로 운용되었다. 대비적으로, 제2 페이즈 1000-2의 동작은 송수신 빔포밍을 이용하면서 빔을 선택하는 원샷 빔 트레이닝(one-shot beam training) 과정을 통해 MIMO 빔 선택을 수행한다. TRN구간 1770은 앞서서 언급한 다수의 빔 후보 선택 방식에 따라 미리 정의될 필요가 있다.

[182] 제1 페이즈 1000-1에서 AP 100과 STA 200의 다수의 좁은 송신/수신 후보 빔이 선택되면, 제2 페이즈 1000-2에서 다수의 빔 조합을 이용하여 원샷 빔 트레이닝을 수행된다. 제2 페이즈 1000-2의 동작이 수행됨에 따라 AP 100과 STA 200의 MIMO 통신을 위한 최적의 송신/수신 빔이 선택된다. 제2 페이즈 1000-2의 동작은 하향링크(downlink, DL)에 대한 MIMO 빔 선택 동작과, 상향링크(uplink, UL)에 대한 MIMO 빔 선택 동작으로 구분될 수 있다.

[183] 먼저, STA 200은 DL에 대한 MIMO 빔 선택 동작을 수행한다.

[184] STA 200은 TRN 구간 1770에서 제1 페이즈 1000-1에서 선택된 DL 빔 쌍(nt, mr)에 대하여 최적의 DL MIMO 빔을 선택한다. 여기서, nt는 AP 100의 송신 후보 빔의 개수를 나타내고, mr은 STA 200의 수신 후보 빔의 개수를 나타낸다. TRN 구간 1770의 길이는 (nt) x (mr)에 의해 정의될 수 있다. TRN 구간에서 빔 인덱스의 순서는 제1 페이즈 1000-1에서 피드백된 빔 인덱스 중 SNR 순서로 정렬될 수 있다.

[185] 최적의 DL MIMO 빔은 각 DL 빔 쌍에 대하여 파워 측정 결과 또는 용량 측정 결과에 기반하여 선택될 수 있다.

[186] 일 실시 예에서, 최적의 DL MIMO 빔은 다음의 <수학식 1>과 같이 각 DL 빔

쌍에 대하여 파워(power) 측정 결과 기반하여 선택될 수 있다.

[187] 【수학식 1】

$$DL\left(\hat{nt}\ \hat{mr}\right) = \arg\max_{nt,mr} \mathbf{P}_{nt,mr}$$

$$\mathbf{P}_{nt,mr} = \left|\mathbf{H}_{nt,mr}\right|^2$$

[188] 여기서, $\hat{nt}$ 와 $\hat{mr}$ 은 각각 수학식 1을 통해 추정한 최적의 송신 및 수신 빔 인덱스를 나타낸다. $H_{nt,mr}$ 와 $DL\left(\hat{nt}\ \hat{mr}\right)$ 는 송신 빔 인덱스 nt 와 수신 빔 인덱스 mr로 형성된 채널 이득과 최적의 하향링크 송신 및 수신 빔 쌍을 나타낸다.

[189] 다른 실시 예에서, 최적의 DL MIMO 빔은 다음의 <수학식 2>와 같이 각 DL 빔 쌍에 대하여 용량(capacity) 측정 결과 기반하여 선택될 수 있다.

[190] 【수학식 2】

$$DL\left(\hat{nt}\ \hat{mr}\right) = \arg\max_{nt,mr} C_{nt,mr}$$

$$C_{nt,mr} = \log_2 \det\left(\mathbf{I} + \frac{E_x}{N_T N_0}\mathbf{H}_{nt,mr}\mathbf{H}_{nt,mr}^H\right)$$

[191] 여기서, $C_{nt,mr}$ 는 하향링크 빔 쌍 (nt,mr)에 대한 채널 용량 측정 결과이고, 이 채널 용량을 최대로 갖는 빔 쌍을 찾아 하향링크 최적 빔 쌍으로 선택한다.

[192] 다음에, AP 100은 UL에 대한 MIMO 빔 선택 동작으로 구분될 수 있다.

[193] AP 100은 TRN 구간 1770에서 제1 페이즈 1000-1에서 선택된 UL 빔 쌍(mt, nr)에 대하여 최적의 UL MIMO 빔을 선택한다. 여기서, mt는 STA 200의 송신 후보 빔의 개수를 나타내고, nr은 AP 100의 수신 후보 빔의 개수를 나타낸다. TRN 구간 1770의 길이는 (mt) x (nr)에 의해 정의될 수 있다. TRN 구간에서 빔 인덱스의 순서는 제1 페이즈 1000-1에서 피드백된 빔 인덱스 중 SNR 순서로 정렬될 수 있다.

[194] 최적의 UL MIMO 빔은 각 UL 빔 쌍에 대하여 파워 측정 결과 또는 용량 측정 결과에 기반하여 선택될 수 있다.

[195] 일 실시 예에서, 최적의 UL MIMO 빔은 다음의 <수학식 3>과 같이 각 빔 쌍에 대하여 파워(power) 측정 결과 기반하여 선택될 수 있다.

[196] 【수학식 3】

$$UL\left(\hat{nr}\ \hat{mt}\right) = \arg\max_{nr,mt} \mathbf{P}_{nr,mt}$$

$$\mathbf{P}_{nr,mt} = \left|\mathbf{H}_{nr,mt}\right|^2$$

[197] 여기서, $UL\left(\hat{nr}\ \hat{mt}\right)$ 는 최적의 상향링크 송신 및 수신 빔 쌍을 나타낸다.

[198] 다른 실시 예에서, 최적의 UL MIMO 빔은 다음의 <수학식 4>와 같이 각 빔 쌍에 대하여 용량(capacity) 측정 결과 기반하여 선택될 수 있다.

[199] 【수학식 4】

$$UL\left(\hat{nr}\ \hat{mt}\right) = \arg\max_{nr,mt} C_{nr,mt}$$

$$C_{nr,mt} = \log_2 \det\left(\mathbf{I} + \frac{E_x}{N_T N_0}\mathbf{H}_{nr,mt}\mathbf{H}_{nr,mt}^H\right)$$

[200] 여기서, 상향링크 빔 쌍(nr,mt)에 대한 채널 용량 $C_{nr,mt}$ 을 측정하고, $C_{nr,mt}$ 을 최대로 하는 상향링크 빔 쌍 (nr,mt)을 찾아 최적의 상향링크 빔 쌍 $UL\left(\hat{nr}\ \hat{mt}\right)$ 으로 선택한다.

[201] 전술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 MIMO 빔 선택 방식은 제1 페이즈와 제2 페이즈의 2단계로 수행된다. 이러한 MIMO 빔 선택 방식을 IEEE 802.11ad에서의 빔 선택 방식과 대비하여 정리하면 다음의 <표 2>와 같다.

[202]

【표 2】

		IEEE 802.11ad	pre5G / post 11ad 향
Procedure		1. SISO를 위한 procedure 제공 2. TXSS, RXSS 분리 3. 1st phase와 2nd phase는 항상 함께 수행 4. MIMO 확장을 위해 – SISO procedure를 sequential하게 4 BTI(400ms) 수행필요 (2x2 인경우)	1. MIMO를 포함한 procedure제공 2. TXSS 및 RXSS의 결합형태 3. 1st phase – long term operation periodicity 2nd phase – short term operation periodicity 4. 1 BTI(100ms)구간에 모두 수행
1st phase	Beam pattern	Broad beam pattern	Narrow beam pattern
	빔 선택 과정	최적의 빔 선택	다수의 후보 빔 선택
	feedback	최적 빔 report	다수의 후보 빔 report
	다수의 빔 후보 선택 방법	해당 없음	1. 고정 n개 선택 (SNR기준, max : n) 2 .특정 threshold 이상 선택 (min : 1, max : 최대 빔 개수) 3. 특정 threshold 이상 중 p개까지 (min : 1, max : p) 4. Max 빔 대비 후보 빔 선택 (min : 1, max : 최대 빔 개수) 5. Max 빔 대비 최대 p개까지 선택 (min : 1, max : p) 6. Multi-threshold 이용. (ex: threshold 1 : 잡음 level, threshold 2 : signal level)
2nd phase		1. TRN의 길이 : fixed 2. TRN-R or TRN-T 운용	1. (beam combination에 따라) TRN의 길이가 유동적 2. One-shot beam training

[203] 이러한 본 발명의 실시예들은 빔 선택을 위한 빔 트레이닝 구간의 오버헤드를 최소화할 수 있다.

[204] 본 발명의 실시예들은 선택된 빔의 블록킹에 강건하다. IEEE 802.11ad 표준에 따르면 선택된 빔이 블록킹되는 경우 처음부터 SLS 절차와 BRP 절차를 순차적으로 수행하여 새로운 빔을 선택하여야 한다. 그러나 본 발명의 실시예들은 선택된 빔의 블록킹이 발생하더라도 제1 페이즈에서 선택된 빔 후보들을 가지고 최적의 빔 조합을 결정하는 제2 페이즈만을 수행하면 된다.

[205] 본 발명의 실시예들은 빔 훈련 신호의 오버헤드 및 수신 복잡도를 감소시킬 수 있다.

[206] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 MIMO 빔 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다. 여기서는 MIMO 빔 선택 동작이 IEEE 802.11ad 표준에 따른 수퍼프레임으로서의 비컨 인터벌(beacon interval)에서 수행되는 예로서 설명되고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다.

[207] 도 18을 참조하면, 이 실시 예는 도 10에 도시된 제1 방식(Scheme 1)과 대비할 때 TXSS와 RXSS를 결합(joint)한 MIMO 빔 선택의 제2 방식(Scheme 2)에 해당한다. 제2 방식은 제1 방식에서 수행되던 2번째 AP-TXSS가 생략되며, STA-TXSS 피드백 과정과 STA-RXSS 과정이 결합하여 수행된다. 다수의 좁은 빔 후보 선택을 위한 제1 페이즈 1800-1은 AP-TXSS 1810, AP-TXSS 피드백/STA-TXSS 1820, STA-TXSS 피드백/STA-RXSS 1830 및 AP-RXSS 1840의 순서로 수행된다. 제2 페이즈 1800-2는 제1 방식에서의 제2 페이즈 1000-2와 동작과 동일하다. 제1 방식과 대비할 때, 제2 방식은 AP-TXSS가 중복으로 수행될 필요가 없으며, 제2 페이즈 동작까지 수행 시간을 줄일 수 있다.

[208] 하나의 비컨 구간 1800은 비컨 전송 인터벌(beacon transmission interval, BTI) 구간 1801과, 결합 빔포밍 트레이닝(association beamforming training, A-BFT)구간 1802와, 액세스 기회를 제공하는 공지 시간(announcement time, AT)구간 1803과, 데이터 송신/수신을 위한 데이터 전송시간(data transfer time, DTT)구간 1804를 포함한다. DTT 구간 1804는 경쟁 기반의 억세스 구간(Contention based access period, CBAP)들과 비경쟁(non-contention) 기반의 스케줄된 서비스 구간(service period, SP)들을 포함한다.

[209] BTI 구간 1801과 A-BFT 구간 1802에서 MIMO 빔 선택을 위한 제1 페이즈의 동작 1800-1이 수행되는데, 여기서 다수의 좁은 빔 후보가 선택된다. DTT 구간 1804에서 MIMO 빔 선택을 위한 제2 페이즈의 동작 1800-2가 수행되는데, 여기서 최적의 송신/수신 빔이 선택된다. 제1 페이즈의 동작은 도 18을 참조하여 설명될 것이며, 제2 페이즈의 동작은 앞서서 도 17을 참조하여 설명된 바와 동일하게 수행된다.

[210] 제1 페이즈 1800-1은 AP-TXSS 1810, AP-TXSS 피드백/STA-TXSS 1820, STA-TXSS 피드백/STA-RXSS 1830 및 AP-RXSS 1840의 순서로 수행된다. BTI 구간 1801에서 AP-TXSS 1810이 수행될 수 있다. A-BFT 구간 1802의 한 슬롯(예; ScS slot #2)에서 AP-TXSS 피드백/STA-TXSS 1820과, STA-TXSS 피드백/STA-RXSS 1830과, AP-RXSS 1840이 수행될 수 있다.

[211] AP-TXSS 과정 1810에서, AP 100은 좁은 송신 빔을 변경(스위핑)하면서 송신한다. STA 200은 의사 등방 모드로 AP 100으로부터의 빔을 수신하고, AP 100의 다수의 좁은 송신 빔 후보를 선택한다. 여기서, AP 100의 송신 빔 개수를 NT이라 가정하면, STA 200은 NT개 중에서 nt개의 빔을 선택한다. 일 실시 예에서, STA 200은 신호 세기 순으로 NT개 중에서 nt개의 빔을 선택할 수 있다. 다수의 빔 후보를 선택하는 방법은 다양하게 실시될 수 있으며, 이 방법들은 앞서서 설명된 바 있다.

[212] 일 실시 예에서, AP 100의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 안테나 마다 TXSS를 동시에 수행할 수 있다. AP 100의 송신 어레이 안테나가 TXSS를 동시에 수행하기 위해서는 STA 200에서 송신 안테나를 구분할 수 있도록, 송신 안테나를 구분할 수 있는 정보(예; 프리앰블(preamble))가 정의되어야 한다. 다른 실시 예에서, AP 100의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 SIMO(Single Input Multiple Output) 형태로 안테나 개수만큼 순차적으로(sequential) 수행할 수 있다.

[213] AP-TXSS 과정 1810에서 AP 100의 다수의 좁은 송신 빔을 선택하기 위해 필요한 정보의 예가 앞서서 설명한 도 11에 도시되어 있다. 여기서는 RF 체인이 2개이고, 어레이 안테나의 개수가 2개인 경우를 예로 도시하고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다. AP-TXSS는 송신 다이버시티 전송이 가능하다.

[214] STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 1820에서, STA 200은 좁은 송신 빔을 변경(스위핑)하면서 송신한다. AP 100은 의사 등방 모드로 STA 200으로부터의

빔을 수신하고, STA 200의 다수의 좁은 송신 빔 후보를 선택한다. 또한, STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 1820에서, STA 200은 AP-TXSS 100을 통하여 추정한 다수의 좁은 빔 후보들을 피드백한다. 여기서, STA 200의 송신 빔 개수를 MT개라 가정하면, AP 100은 MT개중에서 mt개를 선택한다. 일 실시 예에서, AP 100은 신호 세기 순으로 MT개 중에서 mt개의 빔을 선택할 수 있다. 다수의 빔 후보를 선택하는 방법은 다양하게 실시될 수 있으며, 이 방법들은 앞서서 설명된 바 있다.

[215] 일 실시 예에서, STA 200의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 안테나 마다 TXSS를 동시에 수행할 수 있다. STA 200의 송신 어레이 안테나가 TXSS를 동시에 수행하기 위해서는 AP 100에서 송신 안테나를 구분할 수 있도록, 송신 안테나를 구분할 수 있는 정보(예; 프리앰블(preamble))가 정의되어야 한다. 다른 실시 예에서, AP 100의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 SIMO(Single Input Multiple Output) 형태로 안테나 개수만큼 순차적으로(sequential) 수행할 수 있다.

[216] STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 1820에서, STA 200이 TXSS를 수행하면서, AP 100의 다수개의 빔 후보를 피드백하기 위해 필요한 정보 및 피드백 정보의 예가 앞서서 설명한 도 12 및 도 13에 도시되어 있다. 여기서는 RF 체인이 2개이고, 어레이 안테나의 개수가 2개인 경우를 예로 도시하고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다. STA-TXSS는 송신 다이버시티 전송이 가능하다.

[217] STA-TXSS 피드백/STA-RXSS 과정 1830은 제1 방식에서의 STA-TXSS 피드백 과정과 STA-RXSS 과정이 결합한 형태로 수행된다. STA 200이 STA-RXSS 과정을 수행할 시 STA-TXSS 피드백 정보를 수신한다.

[218] STA-TXSS 피드백 과정 1830에서, AP 100은 추정한 MT개의 STA 200의 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 피드백한다. 이 과정에서 AP 100은 STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 1020에서 수신한 nt개의 AP 100의 다수의 좁은 송신 빔 후보 중에서 어느 한 송신 빔을 사용할 수 있다. 예를 들어, AP 100은 다수의 좁은 송신 빔 후보 중에서 신호 크기가 가장 큰 빔 인덱스를 사용할 수 있다. STA 200은 의사 등방 모드로 STA 200의 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 수신한다.

[219] STA-RXSS 과정 1840에서, AP 100은 의사 등방 모드 또는 빔포밍하여 신호를 전송한다. STA 200은 빔을 스위핑하면서 STA 200의 다수의 좁은 수신 빔 후보를 선택한다. AP 100이 빔포밍을 이용하여 신호를 전송하는 경우, AP 100은 가장 큰 신호 세기의 빔을 이용할 수 있다. 만약 STA 200의 수신 빔 개수가 MR개라 가정하면, STA 200은 MR개 중에서 mr개의 빔을 선택한다. 일 실시 예에서, STA 200은 신호 세기 순으로 MR개 중에서 mr개의 빔을 선택할 수 있다.

[220] STA 200이 수신하는 신호에는 STA-TXSS 피드백 정보가 포함되어 있다. STA-TXSS 피드백/STA-RXSS 과정 1830을 위해 필요한 정보가 도 19에 도시되어 있다.

[221] 도 19를 참조하면, 정보 1900은 STA 수신 빔 스위핑(STA-RXSS) 정보 1910과,

STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보 1920을 포함한다.

[222] STA-RXSS 정보 1910은 Direction과, CDOWN을 포함한다. Direction은 순방향 링크(forward link) 또는 역방향 링크(reverse link)를 알려주는 지시자(indicator)이다. CDOWN은 빔 스위핑이 이루어지지 않고 남아있는 빔(또는 섹터)개수를 표시한다. 예를 들어, Direction은 1비트, CDOWN은 9비트로 구현될 수 있다.

[223] STA-TXSS 피드백 정보 1920은 RF 체인별 Antenna select, Sector select 및 SNR report를 포함한다. Antenna select는 선택된 안테나의 ID를 나타낸다. 다수의 Sector select는 STA 200의 안테나에 대한 후보 빔들에 대한 정보를 나타낸다. Sector select_1은 STA 200의 안테나에 대한 1번째 후보 빔 정보를 나타내고, Sector select_mt는 STA 200의 안테나에 대한 mt번째 후보 빔 정보를 나타낸다. 다수의 SNR report는 각 Sector select의 SNR 값을 나타낸다. SNR report_1은 Sector select_1의 SNR 값을 나타내고, SNR report_mt는 Sector select_mt의 SNR 값을 나타낸다. 예를 들어, Antenna select는 2비트, 각 Sector select는 6비트, 각 SNR report는 8비트로 구현될 수 있다.

[224] AP-RXSS 과정 1840에서, STA 200은 의사 등방 모드 또는 빔포밍하여 신호를 전송한다. AP 100은 빔을 스위핑하면서 AP 100의 다수의 좁은 수신 빔 후보를 선택한다. STA 200이 빔포밍을 이용하여 신호를 전송하는 경우, STA 200은 가장 큰 신호 세기의 빔을 이용할 수 있다. 만약 AP 100의 수신 빔 개수가 NR 개라 가정하면, AP 100은 신호 세기 순으로 NR 개 중에서 nr 개의 빔을 선택할 수 있다. AP-RXSS을 위한 정보의 예가 앞서서 설명한 도 16에 도시되어 있다.

[225] 제2 페이즈 1800-2는 도 17을 참조하여 설명된 제1 방식의 제2 페이즈 1000-2와 동일하게 수행된다.

[226] 도 20은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 MIMO 빔 선택 동작의 처리 절차를 보여주는 도면이다. 여기서는 MIMO 빔 선택 동작이 IEEE 802.11ad 표준에 따른 수퍼프레임으로서의 비컨 인터벌(beacon interval)에서 수행되는 예로서 설명되고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다.

[227] 도 20을 참조하면, 이 실시 예는 하향/상향 링크의 빔 상호관계(beam reciprocity)를 가정하였을 때의 MIMO 빔 선택의 제3 방식(Scheme 3)이다. 제3 방식은 도 18에 도시된 제2 방식(Scheme 2)과 대비할 때 RXSS 관련 프로세스들을 모두 생략할 수 있다. 즉 제2 방식에서의 STA-RXSS와 AP-RXSS는 생략될 수 있다. MIMO 채널 형성을 위한 AP/STA의 다수의 좁은 송/수신 빔 후보 선택과정인 제1 페이즈 2000-1은 AP-TXSS 2010, AP-TXSS 피드백/STA-TXSS 2020 및 STA-TXSS 피드백 2030의 순서로 수행된다. 제2 페이즈 1800-2는 제1 방식 및 제2 방식에서의 제2 페이즈 1000-2의 동작과 동일하다. 제2 방식과 대비할 때, 제3 방식은 STA-RXSS와 AP-RXSS를 생략할 수 있으므로, 빔 선택 동작의 수행 시간을 줄일 수 있다.

[228] 하나의 비컨 구간 2000은 비컨 전송 인터벌(beacon transmission interval, BTI)

구간 2001과, 결합 빔포밍 트레이닝(association beamforming training, A-BFT)구간 2002와, 액세스 기회를 제공하는 공지 시간(announcement time, AT)구간 2003과, 데이터 송신/수신을 위한 데이터 전송시간(data transfer time, DTT)구간 2004를 포함한다. DTT 구간 2004는 경쟁 기반의 억세스 구간(Contention based access period, CBAP)들과 비경쟁(non-contention) 기반의 스케줄된 서비스 구간(service period, SP)들을 포함한다.

[229] BTI 구간 2001과 A-BFT 구간 2002에서 MIMO 빔 선택을 위한 제1 페이즈의 동작 2000-1이 수행되는데, 여기서 다수의 좁은 빔 후보가 선택된다. DTT 구간 2004에서 MIMO 빔 선택을 위한 제2 페이즈의 동작 2000-2가 수행되는데, 여기서 최적의 송신/수신 빔이 선택된다. 제1 페이즈의 동작은 도 20을 참조하여 설명될 것이며, 제2 페이즈의 동작은 앞서서 도 17을 참조하여 설명된 바와 동일하게 수행된다.

[230] 제1 페이즈 2000-1은 AP-TXSS 2010, AP-TXSS 피드백과 STA-TXSS 2020, STA-TXSS 피드백 2030을 통하여 AP와 STA의 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 선택하는 과정을 포함한다. 또한, 제1 페이즈 1000-1은 별도의 RXSS 관련 프로세스를 수행하지 않고도 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 선택하는 과정을 포함한다. AP-TXSS 2010의 수행을 통하여 다수의 AP 송신 빔 후보가 추정될 뿐만 아니라 송신 빔과 수신 빔 사이의 상호관계에 기초하여 다수의 AP 송신 빔 후보가 다수의 AP 수신 빔 후보로 간주된다. STA-TXSS 2020의 수행을 통하여 다수의 STA 송신 빔 후보가 추정될 뿐만 아니라 송신 빔과 수신 빔 사이의 상호관계에 기초하여 다수의 STA 송신 빔 후보가 다수의 STA 수신 빔 후보로 간주된다. BTI 구간 2001에서 AP-TXSS 2010이 수행될 수 있다. A-BFT 구간 2002의 한 슬롯(예; ScS slot #2)에서 AP-TXSS 피드백과 STA-TXSS 2020이 수행되고, STA-TXSS 피드백 2030이 수행될 수 있다. 제2 방식과 대비할 때, 도 18에서의 A-BFT 구간 1802의 한 슬롯(예; ScS slot #2)에서 수행되는 STA-RXSS 및 AP-RXSS이 생략되었다.

[231] AP-TXSS 과정 2010에서, AP 100은 좁은 송신 빔을 변경(스위핑)하면서 송신한다. STA 200은 의사 등방 모드로 AP 100으로부터의 빔을 수신하고, AP 100의 다수의 좁은 송신 빔 후보를 선택한다. 여기서, AP 100의 송신 빔 개수를 NT 이라 가정하면, STA 200은 NT 개 중에서 nt 개의 빔을 선택한다. 일 실시 예에서, STA 200은 신호 세기 순으로 NT 개 중에서 nt 개의 빔을 선택할 수 있다. 다수의 빔 후보를 선택하는 방법은 다양하게 실시될 수 있으며, 이 방법들은 앞서서 설명된 바 있다.

[232] 일 실시 예에서, AP 100의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 안테나 마다 TXSS를 동시에 수행할 수 있다. AP 100의 송신 어레이 안테나가 TXSS를 동시에 수행하기 위해서는 STA 200에서 송신 안테나를 구분할 수 있도록, 송신 안테나를 구분할 수 있는 정보(예; 프리앰블(preamble))가 정의되어야 한다. 다른 실시 예에서, AP 100의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 SIMO(Single Input

Multiple Output) 형태로 안테나 개수만큼 순차적으로(sequential) 수행할 수 있다.

[233] AP-TXSS 과정 2010에서 AP 100의 다수의 좁은 송신 빔을 선택하기 위해 필요한 정보의 예가 앞서서 설명한 도 11에 도시되어 있다. 여기서는 RF 체인이 2개이고, 어레이 안테나의 개수가 2개인 경우를 예로 도시하고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다. AP-TXSS는 송신 다이버시티 전송이 가능하다.

[234] AP-TXSS 과정 2010에서 추정된 다수의 AP 송신 빔 후보는 다수의 AP 수신 빔 후보로 간주된다. (NT=NR, nt=nr)

[235] STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 2020에서, STA 200은 좁은 송신 빔을 변경(스위핑)하면서 송신한다. AP 100은 의사 등방 모드로 STA 200으로부터의 빔을 수신하고, STA 200의 다수의 좁은 송신 빔 후보를 선택한다. 또한, STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 2020에서, STA 200은 AP-TXSS 100을 통하여 추정한 다수의 좁은 빔 후보들을 피드백한다. 여기서, STA 200의 송신 빔 개수를 MT 개라 가정하면, AP 100은 MT 개중에서 mt 개를 선택한다. 일 실시 예에서, AP 100은 신호 세기 순으로 MT 개 중에서 mt 개의 빔을 선택할 수 있다. 다수의 빔 후보를 선택하는 방법은 다양하게 실시될 수 있으며, 이 방법들은 앞서서 설명된 바 있다.

[236] 일 실시 예에서, STA 200의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 안테나 마다 TXSS를 동시에 수행할 수 있다. STA 200의 송신 어레이 안테나가 TXSS를 동시에 수행하기 위해서는 AP 100에서 송신 안테나를 구분할 수 있도록, 송신 안테나를 구분할 수 있는 정보(예; 프리앰블(preamble))가 정의되어야 한다. 다른 실시 예에서, AP 100의 송신 어레이 안테나(array antenna)는 SIMO(Single Input Multiple Output) 형태로 안테나 개수만큼 순차적으로(sequential) 수행할 수 있다.

[237] STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 2020에서, STA 200이 TXSS를 수행하면서, AP 100의 다수개의 빔 후보를 피드백하기 위해 필요한 정보 및 피드백 정보의 예가 앞서서 설명한 도 12 및 도 13에 도시되어 있다. 여기서는 RF 체인이 2개이고, 어레이 안테나의 개수가 2개인 경우를 예로 도시하고 있지만, 본 발명의 범위는 이에 국한되지 않는다. STA-TXSS는 송신 다이버시티 전송이 가능하다.

[238] STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 2020에서 추정된 다수의 STA 송신 빔 후보는 다수의 STA 수신 빔 후보로 간주된다. (MT=MR, mt=mr)

[239] STA-TXSS 피드백 과정 2030에서, AP 100은 추정한 MT 개의 STA 200의 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 피드백한다. 이 과정에서 AP 100은 STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 과정 2020에서 수신한 mt 개의 AP 100의 다수의 좁은 송신 빔 후보 중에서 어느 한 송신 빔을 사용할 수 있다. 예를 들어, AP 100은 다수의 좁은 송신 빔 후보 중에서 신호 크기가 가장 큰 빔 인덱스를 사용할 수 있다. STA 200은 의사 등방 모드로 STA 200의 다수의 좁은 송신 빔 후보들을 수신한다.

[240] 제2 페이즈 1800-2는 도 17을 참조하여 설명된 제1 방식의 제2 페이즈 1000-2와 동일하게 수행된다.

[241] 위에서 본 발명의 실시예들에 따른 MIMO 빔 선택 절차의 제1 방식 내지 제3 방식이 설명되었다. 제2 방식과 제3 방식은 제1 방식의 수행에 따른 전체 처리 시간을 보다 줄이는 방안에 관한 것이다. 이하에서 설명될 제4 방식과 제5 방식은 절차 수행 중에 정보 전송을 감소시키는 방안에 관한 것이다. 정보 전송이 감소하면, 패킷의 길이가 줄어들어 결과적으로 전체 절차를 수행하는데 따른 시간을 줄일 수 있는 효과가 있다.

[242] 제4 방식은 MIMO 빔 선택의 전체 절차 중에서 피드백 관련 동작 수행시에 필요한 정보를 줄일 수 있는 방안에 관한 것이다. 제1 방식 내지 제3 방식에서 피드백 과정 수행 시 선택한 빔과 그에 따른 SNR값을 포함하는 정보가 피드백되고 있다. 만약 피드백 정보에 각 빔 별 SNR 값을 포함시키는 대신, 선택한 빔 인덱스를 신호 세기 순으로 정렬하여 피드백한다면, 피드백 정보는 빔 선택을 위한 정보만을 포함하게 될 것이다.

[243] 도 21은 본 발명의 다른 실시예에 따른 AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다. 이 도면은 MIMO 빔 선택의 전체 절차 중에서 AP-TXSS 피드백/STA-TXSS과정에서 피드백 정보를 최소화한 예를 보여준다.

[244] 도 21을 참조하면, AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 피드백 정보 2100은 RF 체인별 Antenna select 및 Sector select를 포함한다. Antenna select는 선택된 안테나의 ID를 나타낸다. 다수의 Sector select는 AP 100의 안테나에 대한 후보 빔들에 대한 정보를 나타낸다. Sector select_1은 AP 100의 안테나에 대한 신호 크기가 1번째 후보 빔 정보를 나타내고, Sector select_nt는 AP 100의 안테나에 대한 신호 크기가 nt번째 후보 빔 정보를 나타낸다. 예를 들어, Antenna select는 2비트, 각 Sector select는 6비트로 구현될 수 있다.

[245] 이와 같이 AP-TXSS 피드백 정보는 빔 후보들에 대한 SNR 값을 포함하지 않는다. 대신에, 피드백 정보에 포함되는 빔 후보(sector select 필드)들에 대한 정보는 SNR이 큰 순서대로 오름차순으로 정렬된다. 이러한 피드백 정보는 도 13에 도시된 바와 같은 SNR report 필드를 포함하고 있지 않기 때문에 피드백 정보는 (8 x 2 x nt bits)의 감소 효과를 얻을 수 있다.

[246] 도 22는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다. 이 도면은 MIMO 빔 선택의 전체 절차 중에서 STA-TXSS 피드백 과정에서 피드백 정보를 최소화한 예를 보여준다.

[247] 도 22를 참조하면, STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보 2200은 RF 체인별 Antenna select 및 Sector select를 포함한다. Antenna select는 선택된 안테나의 ID를 나타낸다. 다수의 Sector select는 STA 200의 안테나에 대한 후보 빔들에 대한 정보를 나타낸다. Sector select_1은 STA 200의 안테나에 대한 신호 크기가 1번째 후보 빔 정보를 나타내고, Sector select_nt는 STA 200의 안테나에 대한 신호 크기가 nt번째 후보 빔 정보를 나타낸다. 예를 들어, Antenna select는

2비트, 각 Sector select는 6비트로 구현될 수 있다.

[248] 이와 같이 STA-TXSS 피드백 정보는 빔 후보들에 대한 SNR 값을 포함하지 않는다. 대신에, 피드백 정보에 포함되는 빔 후보(sector select 필드)들에 대한 정보는 SNR이 큰 순서대로 오름차순으로 정렬된다. 이러한 피드백 정보는 도 14에 도시된 바와 같은 SNR report 필드를 포함하고 있지 않기 때문에 피드백 정보는 (8 x 2 x nt bits)의 감소 효과를 얻을 수 있다.

[249] 제1 방식 내지 제4 방식까지의 실시예들은 커버리지(coverage) 증대를 위하여 송신 다이버시티(transmit diversity)를 운용할 수 있도록 안테나 어레이가 동일한 정보를 송신하는 구조이다. 만약 커버리지 증대가 필요없다면, 각 안테나 어레이가 서로 다른 정보를 송신하는 공간 다중화(spatial multiplexing) 전송 방식을 이용할 수 있다. 제5 방식은 공간 다중화 전송 방식을 이용하여 정보를 전송함으로써 각 방식에서 전송하는 정보의 비트 수를 더욱 줄일 수 있도록 한다.

[250] 도 23은 본 발명의 다른 실시예에 따른 AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 정보를 보여주는 도면이다. 이 정보는 공간 다중화 방식을 적용하였을 때, 각 안테나 어레이가 전송하는 AP-TXSS 정보의 예를 나타낸다. 이 예에 따른 정보는 도 11에 도시된 정보와 대비된다.

[251] 도 23을 참조하면, AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 정보 2300은 Direction과, Sector ID와, Antenna ID와, CDOWN을 포함한다. Direction은 순방향 링크(forward link) 또는 역방향 링크(reverse link)를 알려주는 지시자(indicator)이다. Sector ID는 현재 송신중인 빔(또는 섹터) 인덱스를 나타낸다. Antenna ID는 현재 송신중인 어레이 안테나 인덱스(array antenna index)를 나타낸다. CDOWN은 빔 스위핑이 이루어지지 않고 남아있는 빔(또는 섹터)개수를 표시한다. 예를 들어, Direction은 1비트, Sector ID는 6비트, Antenna ID는 2비트, CDOWN은 9비트로 구현될 수 있다.

[252] 도 24는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS)/AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다. 이 정보는 공간 다중화 방식을 적용하였을 때, 각 안테나 어레이가 전송하는 STA-TXSS/AP-TXSS 피드백 정보의 예를 나타낸다. 이 예에 따른 정보는 도 12 및 도 21에 도시된 정보와 대비된다.

[253] 도 24를 참조하면, STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS)/AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 피드백 정보 2400은 STA-TXSS 정보 2410과, AP-TXSS 피드백 정보 2420을 포함한다.

[254] STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 정보 2400은 Direction과, Sector ID와, Antenna ID와, CDOWN을 포함한다. Direction은 순방향 링크(forward link) 또는 역방향 링크(reverse link)를 알려주는 지시자(indicator)이다. Sector ID는 현재 송신중인 빔(또는 섹터) 인덱스를 나타낸다. Antenna ID는 현재 송신중인 어레이 안테나 인덱스(array antenna index)를 나타낸다. CDOWN은 빔 스위핑이 이루어지지

않고 남아있는 빔(또는 섹터)개수를 표시한다. 예를 들어, Direction은 1비트, Sector ID는 6비트, Antenna ID는 2비트, CDOWN은 9비트로 구현될 수 있다.

[255] AP 송신 빔 스위핑(AP-TXSS) 피드백 정보 2420은 Antenna select 및 Sector select를 포함한다. Antenna select는 선택된 안테나의 ID를 나타낸다. 다수의 Sector select는 AP 100의 어레이 안테나에 대한 후보 빔들에 대한 정보를 나타낸다. Sector select_1은 AP 100의 어레이 안테나에 대한 신호 크기가 1번째 후보 빔 정보를 나타내고, Sector select_n은 AP 100의 어레이 안테나에 대한 신호 크기가 (nt/n)번째 후보 빔 정보를 나타낸다. 예를 들어, Antenna select는 2비트, 각 Sector select는 6비트로 구현될 수 있다.

[256] 도 25는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보를 보여주는 도면이다. 이 정보는 공간 다중화 방식을 적용하였을 때, 각 안테나 어레이가 전송하는 STA-TXSS 피드백 정보의 예를 나타낸다. 이 예에 따른 정보는 도 22에 도시된 정보와 대비된다.

[257] 도 25를 참조하면, STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보 2500은 Direction과, Sector ID와, Antenna ID와, CDOWN과, Antenna select 및 다수의 Sector select를 포함한다. Direction은 순방향 링크(forward link) 또는 역방향 링크(reverse link)를 알려주는 지시자(indicator)이다. Sector ID는 현재 송신중인 빔(또는 섹터) 인덱스를 나타낸다. Antenna ID는 현재 송신중인 어레이 안테나 인덱스(array antenna index)를 나타낸다. CDOWN은 빔 스위핑이 이루어지지 않고 남아있는 빔(또는 섹터)개수를 표시한다. STA 송신 빔 스위핑(STA-TXSS) 피드백 정보 2200은 RF 체인별 Antenna select 및 Sector select를 포함한다. Antenna select는 선택된 안테나의 ID를 나타낸다. 다수의 Sector select는 STA 200의 안테나에 대한 후보 빔들에 대한 정보를 나타낸다. Sector select_1은 STA 200의 안테나에 대한 신호 크기가 1번째 후보 빔 정보를 나타내고, Sector select_m은 STA 200의 안테나에 대한 신호 크기가 m번째 후보 빔 정보를 나타낸다. 예를 들어, Direction은 1비트, Sector ID는 6비트, Antenna ID는 2비트, CDOWN은 9비트, Antenna select는 2비트, 각 Sector select는 6비트로 구현될 수 있다.

[258] 도 26은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 송신단의 동작 방법을 보여주는 도면이다.

[259] 도 26을 참고하면, 2605 단계에서, 송신단은 다수의 송신 빔들 중 하나 이상의 송신 빔 후보들과 다수의 수신 빔들 중 하나 이상의 수신 빔 후보들을 결정한다. 일 실시 예에서, 상기 빔 후보들은 다수의 빔들 중 신호 세기 기준으로 결정된 미리 정해진 개수의 빔 후보들을 포함한다. 다른 실시 예에서, 상기 빔 후보들은 다수의 빔들 중 신호 세기가 특정 임계값 이상인 빔 후보들을 포함한다. 또 다른 실시 예에서, 상기 빔 후보들은 다수의 빔들 중 신호 세기가 특정 임계값 이상인 빔들 중 미리 정해진 개수의 빔 후보들을 포함한다. 또 다른 실시 예에서, 상기 빔 후보들은 다수의 빔들 중 신호 세기가 가장 큰 빔 기준으로 미리 정해진 범위

내의 빔 후보들을 포함한다. 또 다른 실시 예에서, 상기 빔 후보들은 다수의 빔들 중 신호 세기가 가장 큰 빔 기준으로 미리 정해진 범위 내의 빔들 중 미리 정해진 개수의 빔 후보들을 포함한다. 또 다른 실시 예에서, 상기 빔 후보들은 다수의 빔들 중 신호 세기가 제1 임계값 이상인 빔들 중 제2 임계값 이상인 빔 후보들을 포함한다. 일 실시 예에서, 상기 빔 후보들을 결정하는 과정은 좁은 빔 패턴을 가지는 송신단의 송신 빔들을 스위핑하는 과정과 수신단으로부터 송신단의 송신 빔 후보들에 대한 피드백 정보를 수신하는 과정을 포함한다. 다른 실시 예에서, 상기 빔 후보들을 결정하는 과정은 좁은 빔 패턴을 가지는 송신단의 수신 빔들을 스위핑하여 송신단의 다수의 수신 빔들 중에서 송신단의 수신 빔 후보들을 결정하는 과정을 포함한다. 또 다른 실시 예에서, 상기 빔 후보들을 결정하는 과정은 송신단의 다수의 수신 빔들 중에서 송신 빔 후보들과의 상호 관계를 가지는 송신단의 수신 빔 후보들을 결정하는 과정을 포함한다. 송신단은 수신단에 의하여 좁은 빔 패턴을 가지는 다수의 송신 빔들이 스위핑됨에 응답하여 수신단의 다수의 송신 빔들 중에서 하나 이상의 송신 빔 후보들을 결정하고, 수신단의 송신 빔 후보들을 포함하는 피드백 정보를 수신단으로 송신한다. 일 실시 예에서, 송신단의 송신 빔 후보들에 대한 피드백 정보를 수신하는 과정과, 수신단의 다수의 송신 빔들 중에서 하나 이상의 송신 빔 후보들을 결정하는 과정은 결합적으로 수행된다.

[260] 2610 단계에서, 송신단은 송신 빔 후보들과 상기 수신 빔 후보들의 조합으로부터 최적의 빔 조합을 결정한다. 일 실시 예에서, 송신단은 수신단의 송신 빔 후보들과 송신단의 수신 빔 후보들의 빔 쌍들 중 수신단으로부터 송신단으로 송신되는 데이터의 수신을 위해 사용될 최적의 상향링크 빔 조합을 결정한다.

[261] 2615 단계에서, 송신단은 최적의 빔 조합에 기초하여 수신단과 데이터를 송수신한다. 송신단은 수신단과 데이터를 송수신하는 도중에 블록킹이 발생하는 경우, 최적의 빔 조합을 결정하는 과정을 재수행한다.

[262] 전술한 바와 같이 본 발명의 실시예들은 MIMO 통신을 위해 보다 적합한 빔 선택 절차를 제안하고, 또한 각 과정에서 필요한 정보들의 예를 제안하고 있다. 이러한 본 발명의 실시 예들의 특징은 다음과 같이 정리될 수 있다.

[263] 첫 번째, MIMO 빔 선택 절차는 크게 다수의 좁은 빔 후보를 선택하는 제1 페이즈(1st phase)와, 최적의 송신/수신 빔 조합을 결정하는 제2 페이즈(2nd phase)로 구분된다. 여기서 제1 페이즈는 송신 빔 스위핑(TXSS)과 수신 빔 스위핑(RXSS)이 결합 형태로 수행된다.

[264] 두 번째, IEEE 802.11ad에서 SLS와 BRP는 순차적으로 수행되는 것과 달리, 본 발명의 제1 페이즈는 롱텀(long term) 주기로 운용되고, 제2 페이즈는 숏텀(short term) 주기로 운용된다.

[265] 세 번째, 본 발명의 제1 페이즈는 IEEE 802.11ad의 SLS와 같이 넓은 빔을 사용하는 것과 달리, 좁은 빔을 사용하여 수행된다.

[266] 네 번째, 본 발명의 제1 페이즈는 IEEE 802.11ad의 SLS와 같이 최적의 섹터 빔을 선택하는 것과 달리, 다수의 좁은 빔 후보를 선택한다.

[267] 다섯 번째, 본 발명의 제1 페이즈는 IEEE 802.11ad의 SLS와 같이 최적 빔에 대한 정보를 피드백하는 것과 달리, 다수의 좁은 빔 후보들의 정보를 피드백한다.

[268] 여섯 번째, 다수의 좁은 빔 후보들을 선택하는 방식은 미리 정해진 개수(예; n개)의 빔들을 선택하는 방식, 신호 세기가 특정 임계값(threshold) 이상인 빔들을 선택하는 방식, 신호 세기가 특정 임계값 이상인 빔을 선택할 때 최대 p개까지 선택하는 방식, 신호 세기가 가장 큰 빔 대비 일정 범위 내의 빔을 선택하는 방식, 신호 세기가 가장 큰 빔 대비 일정 범위내의 빔을 선택할 때 최대 p개까지 선택하는 방식, 다수의 임계값(예; 제1 임계값, 제2 임계값)를 두어 최적의 빔을 선택하는 방식 등이 있다.

[269] 일곱 번째, 본 발명의 제2 페이즈에서 트레이닝 구간(TRN)의 길이는 다수의 좁은 빔 후보들을 선택하는 방식에 따라 유동적일 수 있다.

[270] 여덟 번째, 본 발명의 제2 페이즈는 IEEE 802.11ad에서의 BRP와 달리 원샷 빔 트레이닝을 통하여 MIMO 빔을 선택한다.

[271] 이러한 본 발명의 실시예들은 빔 선택을 위한 빔 트레이닝 구간의 오버헤드를 최소화하고, 선택된 빔의 블록킹에 강건하며, 수신 복잡도를 감소시킬 수 있다.

[272] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시 예와 도면에 의해 설명되었으나 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[273] 본 발명의 특정 측면들은 또한 컴퓨터 리드 가능 기록 매체(computer readable recording medium)에서 컴퓨터 리드 가능 코드(computer readable code)로서 구현될 수 있다. 컴퓨터 리드 가능 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의해 리드될 수 있는 데이터를 저장할 수 있는 임의의 데이터 저장 디바이스이다. 상기 컴퓨터 리드 가능 기록 매체의 예들은 리드 온니 메모리(read only memory, ROM)와, 랜덤-접속 메모리(random access memory, RAM)와, 컴팩트 디스크- 리드 온니 메모리(compact disk-read only memory, CD-ROM)들과, 마그네틱 테이프(magnetic tape)들과, 플로피 디스크(floppy disk)들과, 광 데이터 저장 디바이스들, 및 캐리어 웨이브(carrier wave)들(상기 인터넷을 통한 데이터 송신과 같은)을 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 리드 가능 기록 매체는 또한 네트워크 연결된 컴퓨터 시스템들을 통해 분산될 수 있고, 따라서 상기 컴퓨터 리드 가능 코드는 분산 방식으로 저장 및 실행된다. 또한, 본 발명을 성취하기 위한 기능적 프로그램들, 코드, 및 코드 세그먼트(segment)들은 본 발명이 적용되는 분야에서 숙련된 프로그래머들에 의해 쉽게 해석될 수 있다.

[274] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 장치 및 방법은 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합의 형태로 실현 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다. 이러한 임의의 소프트웨어는 예를 들어, 삭제 가능 또는 재기록 가능

여부와 상관없이, ROM 등의 저장 장치와 같은 휘발성 또는 비휘발성 저장 장치, 또는 예를 들어, RAM, 메모리 칩, 장치 또는 집적 회로와 같은 메모리, 또는 예를 들어 콤팩트 디스크(compact disk, CD), DVD, 자기 디스크 또는 자기 테이프 등과 같은 광학 또는 자기적으로 기록 가능함과 동시에 기계(예를 들어, 컴퓨터)로 읽을 수 있는 저장 매체에 저장될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 제어부 및 메모리를 포함하는 컴퓨터 또는 휴대 단말에 의해 구현될 수 있고, 상기 메모리는 본 발명의 실시 예들을 구현하는 지시들을 포함하는 프로그램 또는 프로그램들을 저장하기에 적합한 기계로 읽을 수 있는 저장 매체의 한 예임을 알 수 있을 것이다.

[275] 따라서, 본 발명은 본 명세서의 임의의 청구항에 기재된 장치 또는 방법을 구현하기 위한 코드를 포함하는 프로그램 및 이러한 프로그램을 저장하는 기계(컴퓨터 등)로 읽을 수 있는 저장 매체를 포함한다. 또한, 이러한 프로그램은 유선 또는 무선 연결을 통해 전달되는 통신 신호와 같은 임의의 매체를 통해 전자적으로 이송될 수 있고, 본 발명은 이와 균등한 것을 적절하게 포함한다.

[276] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 유선 또는 무선으로 연결되는 프로그램 제공 장치로부터 상기 프로그램을 수신하여 저장할 수 있다. 상기 프로그램 제공 장치는 상기 프로그램 처리 장치가 기 설정된 컨텐츠 보호 방법을 수행하도록 하는 지시들을 포함하는 프로그램, 컨텐츠 보호 방법에 필요한 정보 등을 저장하기 위한 메모리와, 상기 그래픽 처리 장치와의 유선 또는 무선 통신을 수행하기 위한 통신부와, 상기 그래픽 처리 장치의 요청 또는 자동으로 해당 프로그램을 상기 송수신 장치로 전송하는 제어부를 포함할 수 있다.

[277] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해서 정해져야 한다.

청구범위

[청구항 1] 무선 통신 시스템의 송신단의 동작 방법에 있어서,
다수의 송신 빔들 중 하나 이상의 송신 빔 후보들과 다수의 수신 빔들 중 하나 이상의 수신 빔 후보들을 결정하는 과정과,
상기 송신 빔 후보들과 상기 수신 빔 후보들의 조합으로부터 최적의 빔 조합을 결정하는 과정과,
상기 최적의 빔 조합에 기초하여 수신단과 데이터를 송수신하는 과정을 포함하는 방법.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서, 상기 수신단과 상기 데이터를 송수신하는 도중에 블록킹이 발생하는 경우 상기 최적의 빔 조합을 결정하는 과정을 재수행하는 과정을 포함하는 방법.

[청구항 3] 청구항 1에 있어서, 상기 빔 후보들은,
다수의 빔들 중 신호 세기 기준으로 결정된 미리 정해진 개수의 빔 후보들을 포함하는 방법.

[청구항 4] 청구항 1에 있어서, 상기 빔 후보들은,
다수의 빔들 중 신호 세기가 특정 임계값 이상인 빔 후보들을 포함하는 방법.

[청구항 5] 청구항 1에 있어서, 상기 빔 후보들은,
다수의 빔들 중 신호 세기가 특정 임계값 이상인 빔들 중 미리 정해진 개수의 빔 후보들을 포함하는 방법.

[청구항 6] 청구항 1에 있어서, 상기 빔 후보들은,
다수의 빔들 중 신호 세기가 가장 큰 빔 기준으로 미리 정해진 범위 내의 빔 후보들을 포함하는 방법.

[청구항 7] 청구항 1에 있어서, 상기 빔 후보들은,
다수의 빔들 중 신호 세기가 가장 큰 빔 기준으로 미리 정해진 범위 내의 빔들 중 미리 정해진 개수의 빔 후보들을 포함하는 방법.

[청구항 8] 청구항 1에 있어서, 상기 빔 후보들은,
다수의 빔들 중 신호 세기가 제1 임계값 이상인 빔들 중 제2 임계값 이상인 빔 후보들을 포함하는 방법.

[청구항 9] 청구항 1에 있어서, 상기 빔 후보들을 결정하는 과정은,
좁은 빔 패턴을 가지는 상기 송신단의 송신 빔들을 스위핑하는 과정과,
상기 수신단으로부터 상기 송신단의 상기 송신 빔 후보들에 대한 피드백 정보를 수신하는 과정을 포함하는 방법.

[청구항 10] 청구항 9에 있어서, 상기 빔 후보들을 결정하는 과정은,
좁은 빔 패턴을 가지는 상기 송신단의 수신 빔들을 스위핑하여 상기 송신단의 다수의 수신 빔들 중 상기 송신단의 상기 수신 빔

후보들을 결정하는 과정을 포함하는 방법.

[청구항 11] 청구항 9에 있어서, 상기 빔 후보들을 결정하는 과정은,
상기 송신단의 다수의 수신 빔들 중 상기 송신 빔 후보들과의 상호 관계를 가지는 상기 송신단의 상기 수신 빔 후보들을 결정하는 과정을 포함하는 방법.

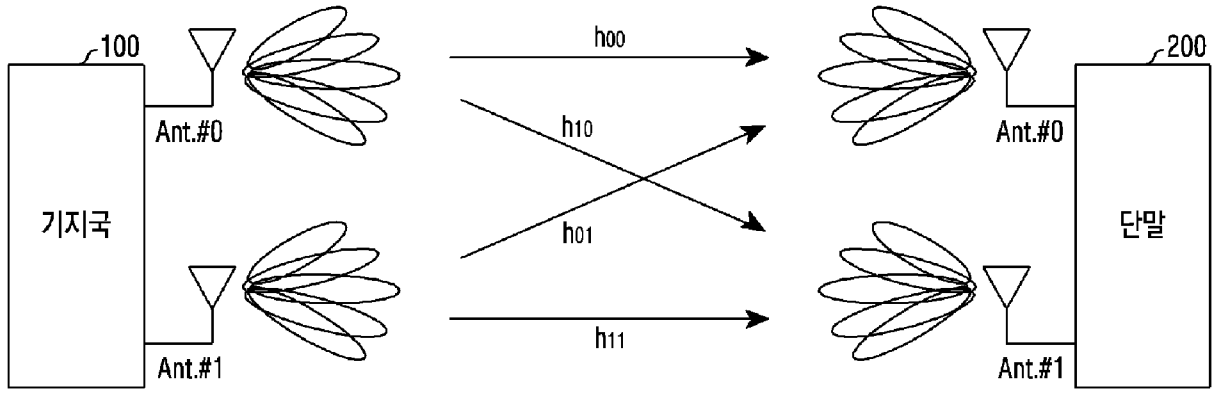
[청구항 12] 청구항 9에 있어서,
상기 수신단에 의하여 좁은 빔 패턴을 가지는 다수의 송신 빔들이 스위핑됨에 응답하여 상기 수신단의 상기 다수의 송신 빔들 중 하나 이상의 송신 빔 후보들을 결정하는 과정과,
상기 수신단의 상기 송신 빔 후보들을 포함하는 피드백 정보를 상기 수신단으로 송신하는 과정을 더 포함하는 방법.

[청구항 13] 청구항 12에 있어서, 상기 송신단의 상기 송신 빔 후보들에 대한 피드백 정보를 수신하는 과정과, 상기 수신단의 상기 다수의 송신 빔들 중 하나 이상의 송신 빔 후보들을 결정하는 과정은 결합적으로 수행되는 방법.

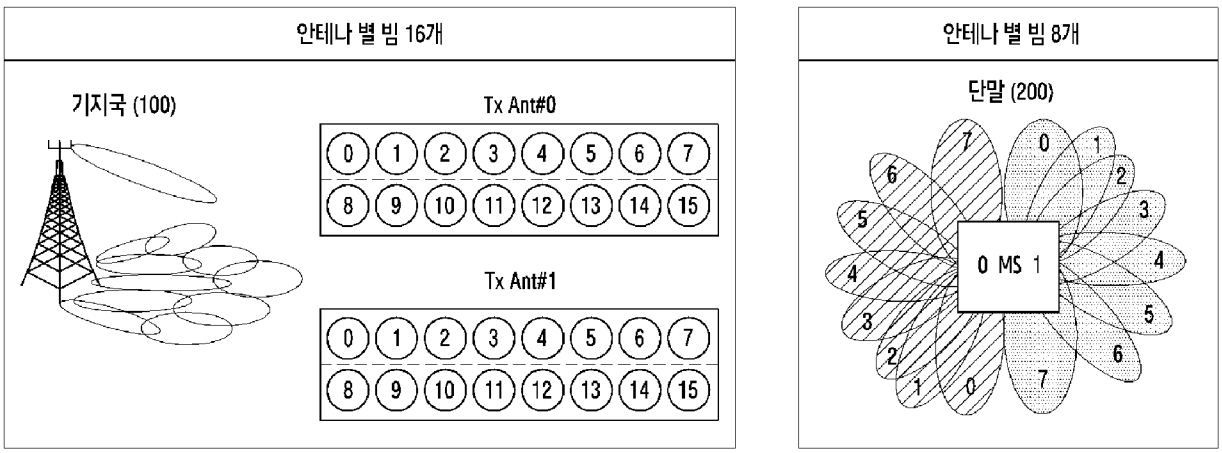
[청구항 14] 청구항 12에 있어서, 상기 최적의 빔 조합을 결정하는 과정은,
상기 수신단의 상기 송신 빔 후보들과 상기 송신단의 상기 수신 빔 후보들의 빔 쌍들 중 상기 수신단으로부터 상기 송신단으로 송신되는 데이터의 수신을 위해 사용될 최적의 상향링크 빔 조합을 결정하는 과정을 포함하는 방법.

[청구항 15] 무선 통신 시스템의 송신단 장치에 있어서, 상기 장치는 청구항 1 내지 청구항 14중 어느 한 청구항의 방법을 구현하도록 구성되는 장치.

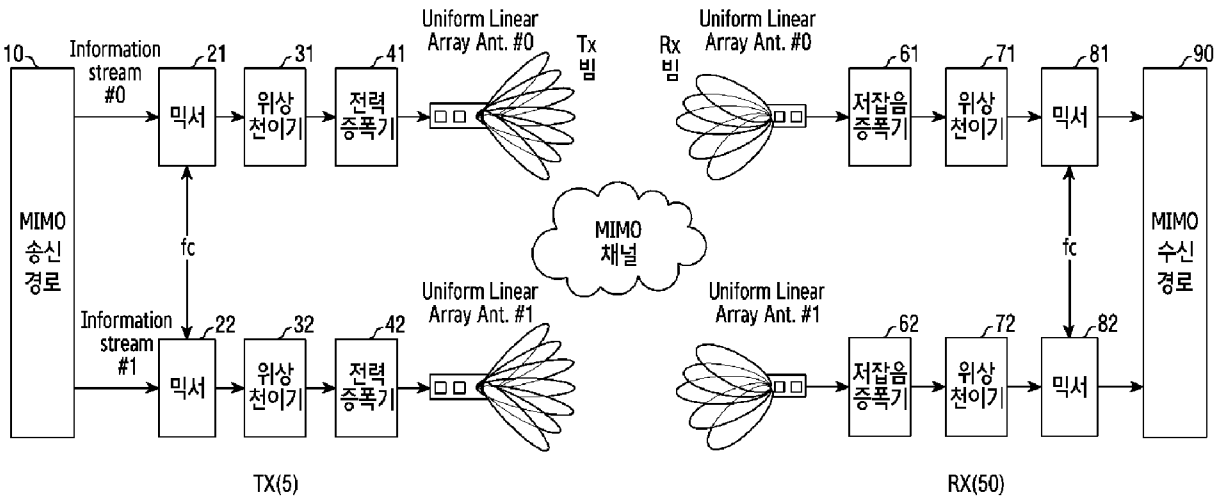
[Fig. 1a]



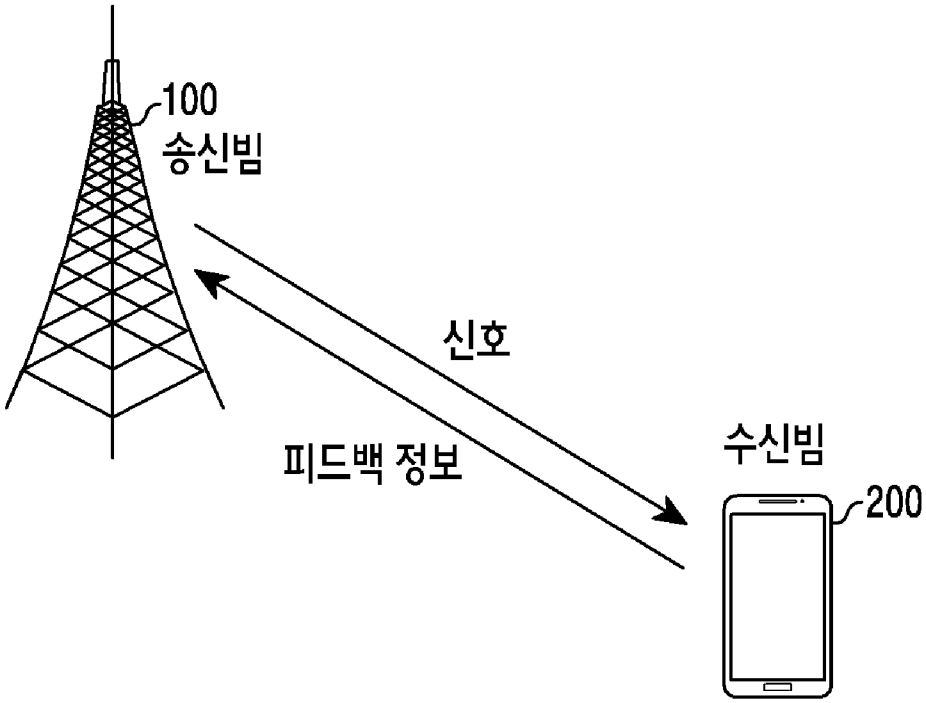
[Fig. 1b]



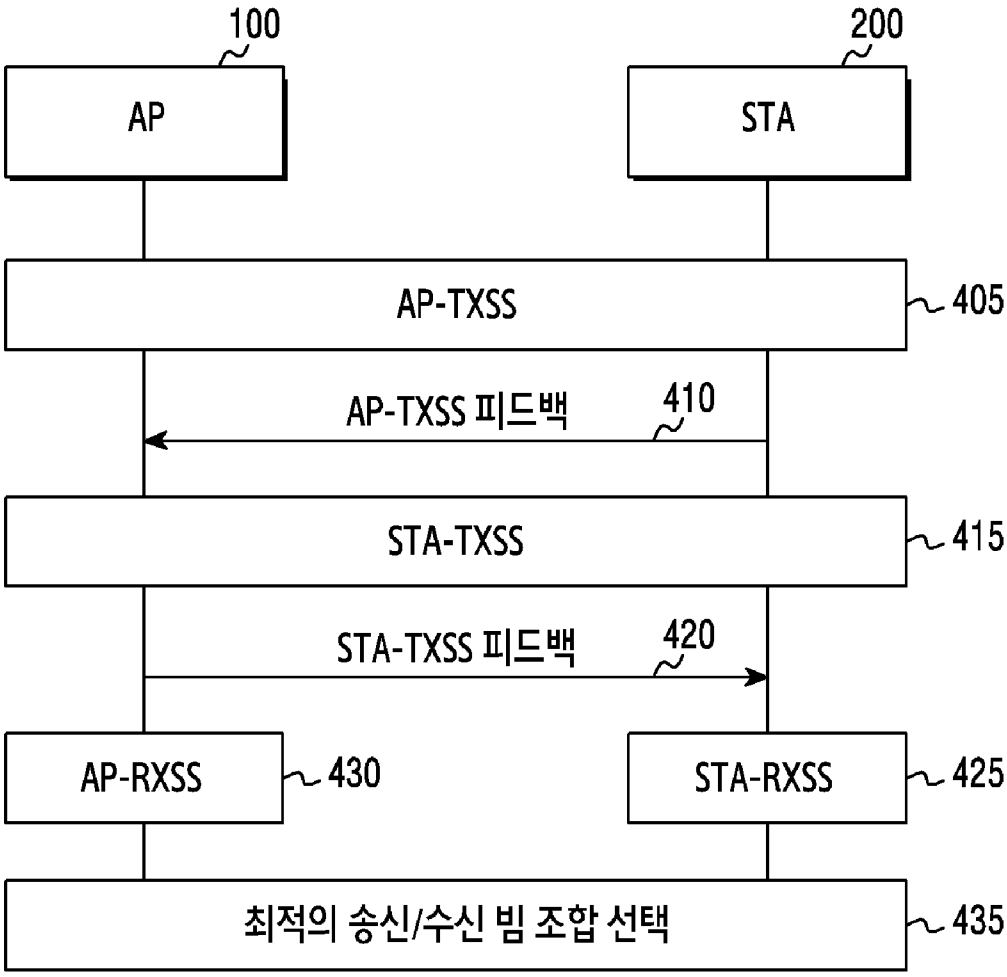
[Fig. 2]



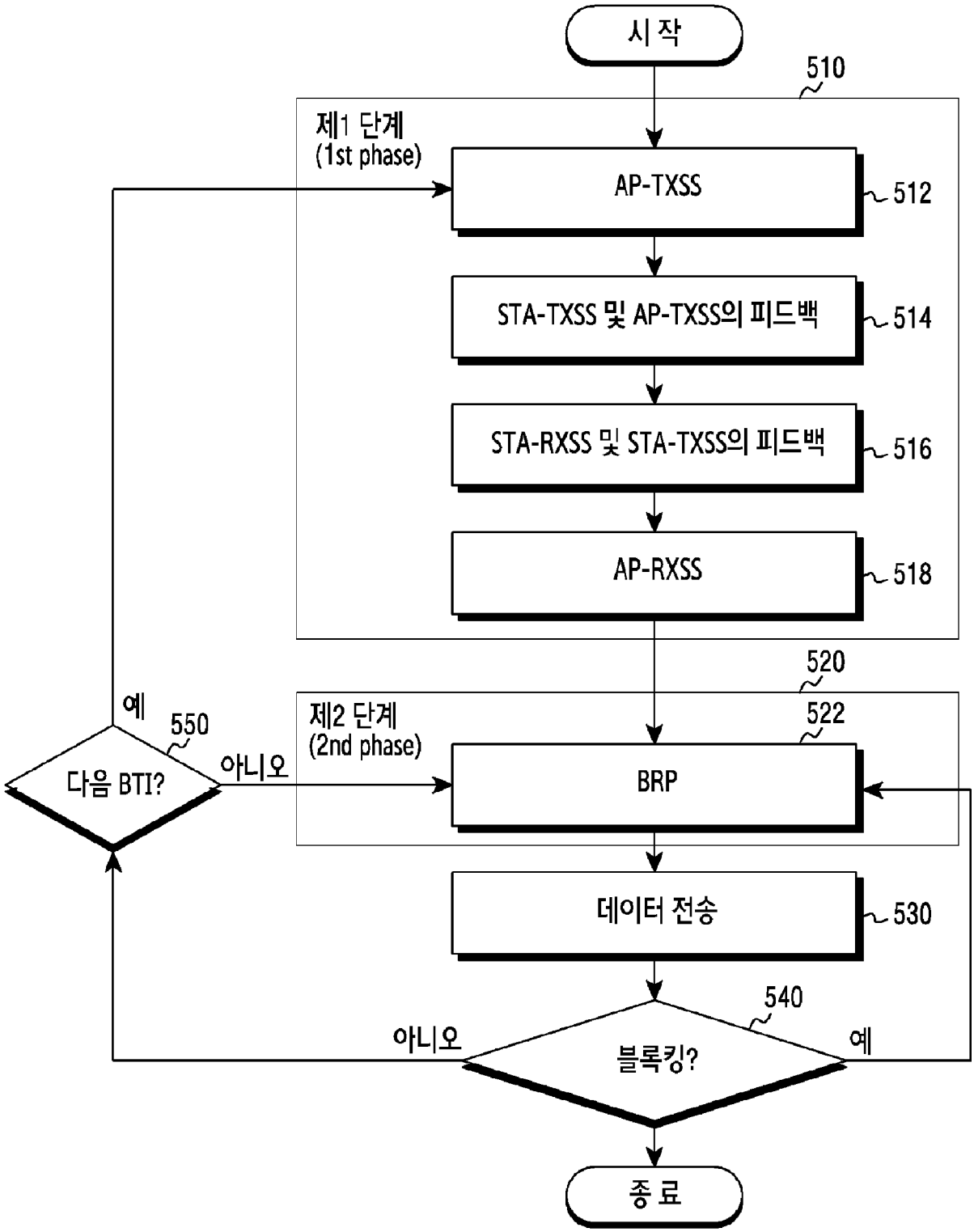
[Fig. 3]


100
송신빔
신호
피드백 정보
수신빔
200

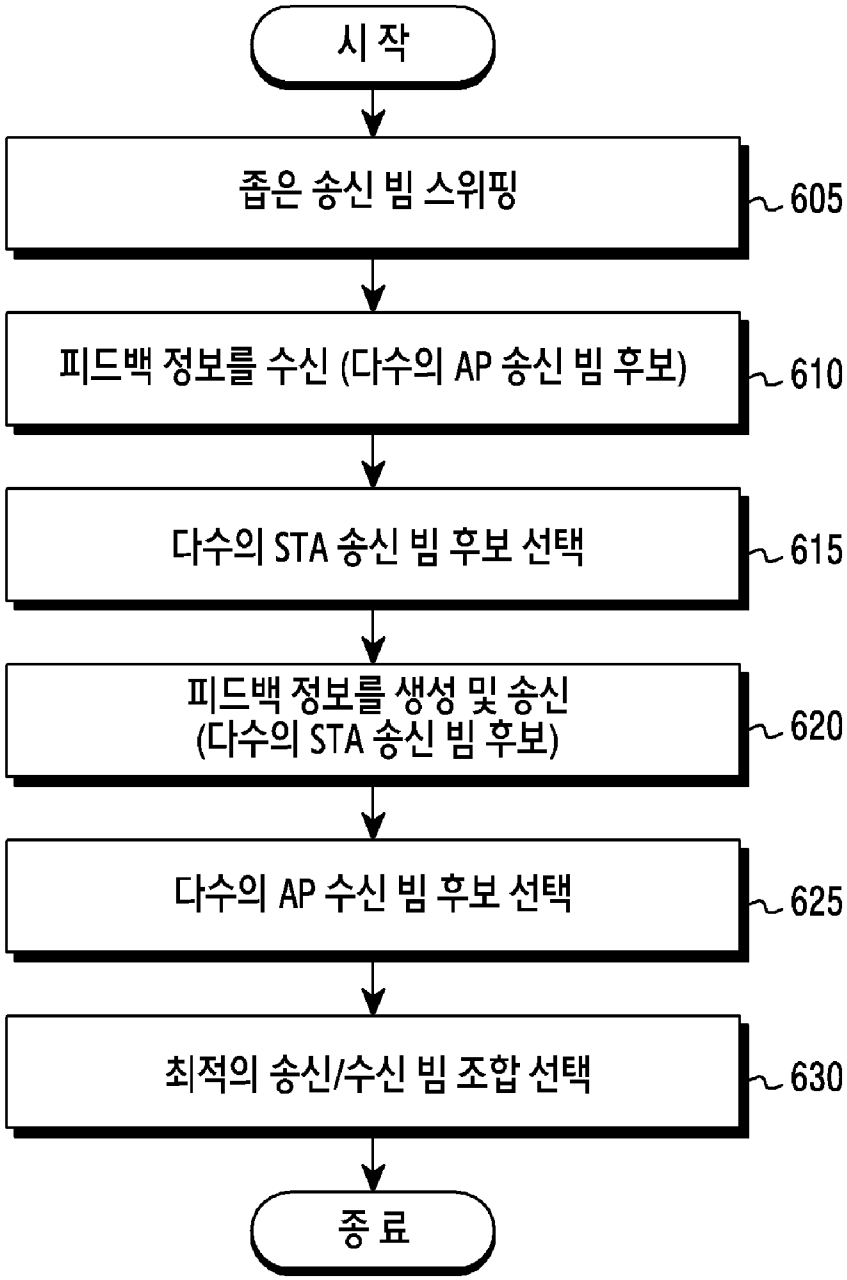
[Fig. 4]


100
200
AP
STA
AP-TXSS
405
AP-TXSS 피드백
410
STA-TXSS
415
STA-TXSS 피드백
420
AP-RXSS
430
STA-RXSS
425
최적의 송신/수신 빔 조합 선택
435

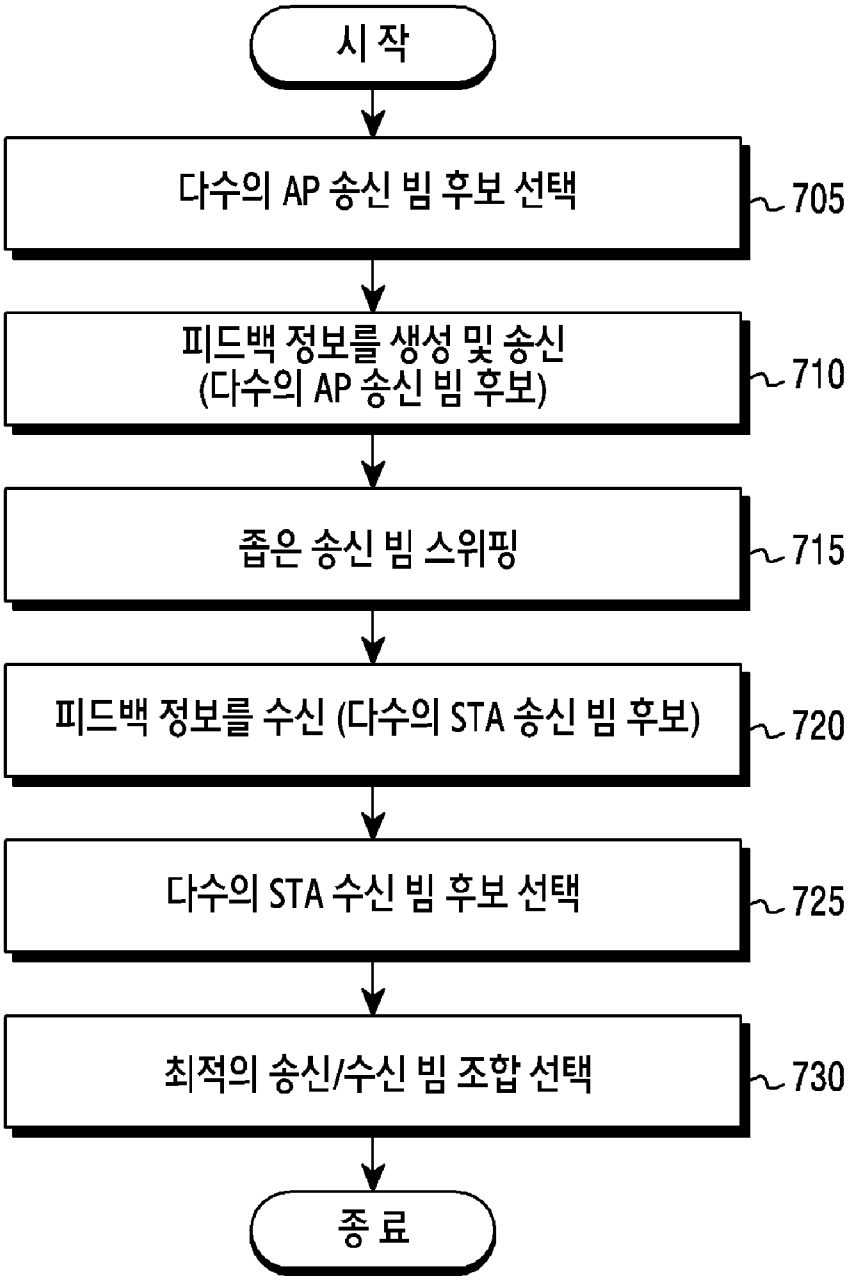
[Fig. 5]


시 작
510
제1 단계
(1st phase)
AP-TXSS
512
STA-TXSS 및 AP-TXSS의 피드백
514
STA-RXSS 및 STA-TXSS의 피드백
516
AP-RXSS
518
520
제2 단계
(2nd phase)
522
BRP
데이터 전송
530
540
블록킹?
아니오
예
550
다음 BTI?
예
아니오
종 료

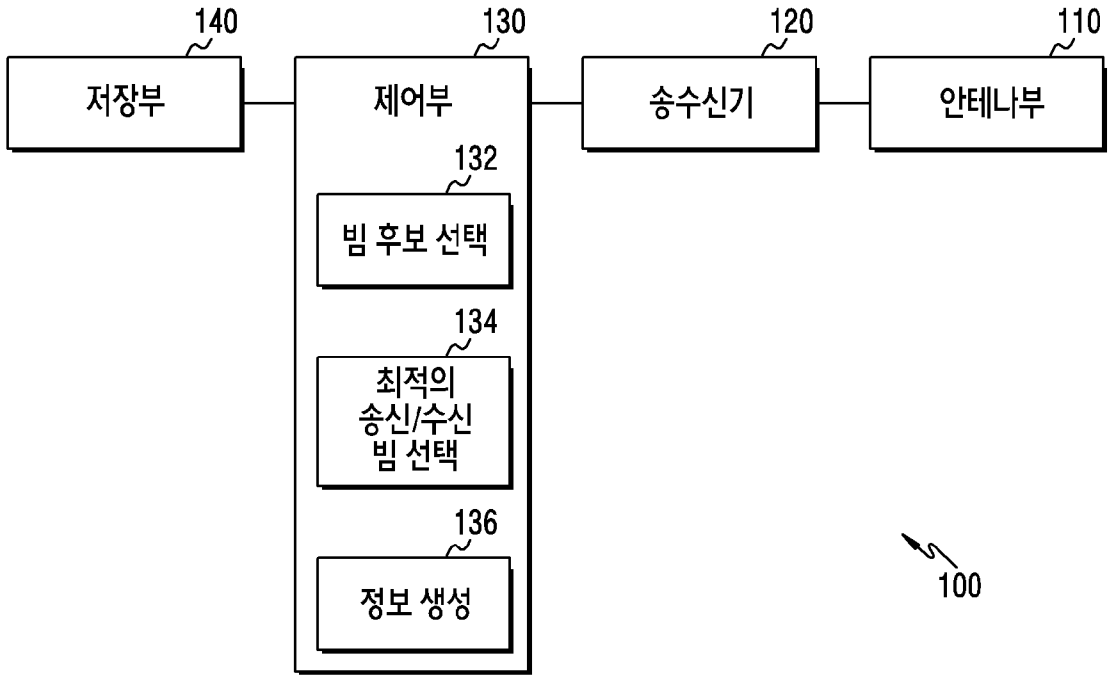
[Fig. 6]


시 작
좁은 송신 빔 스위핑
605
피드백 정보를 수신 (다수의 AP 송신 빔 후보)
610
다수의 STA 송신 빔 후보 선택
615
피드백 정보를 생성 및 송신
(다수의 STA 송신 빔 후보)
620
다수의 AP 수신 빔 후보 선택
625
최적의 송신/수신 빔 조합 선택
630
종 료

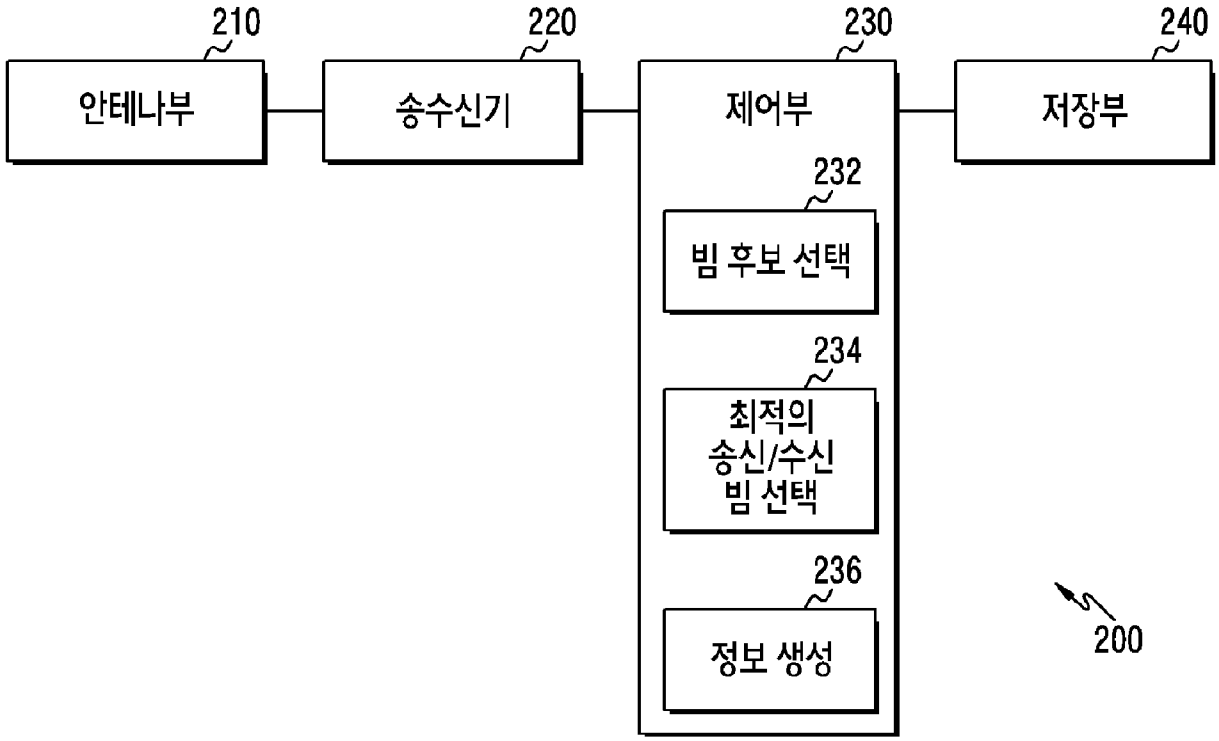
[Fig. 7]


시 작
다수의 AP 송신 빔 후보 선택
705
피드백 정보를 생성 및 송신
(다수의 AP 송신 빔 후보)
710
좁은 송신 빔 스위핑
715
피드백 정보를 수신 (다수의 STA 송신 빔 후보)
720
다수의 STA 수신 빔 후보 선택
725
최적의 송신/수신 빔 조합 선택
730
종 료

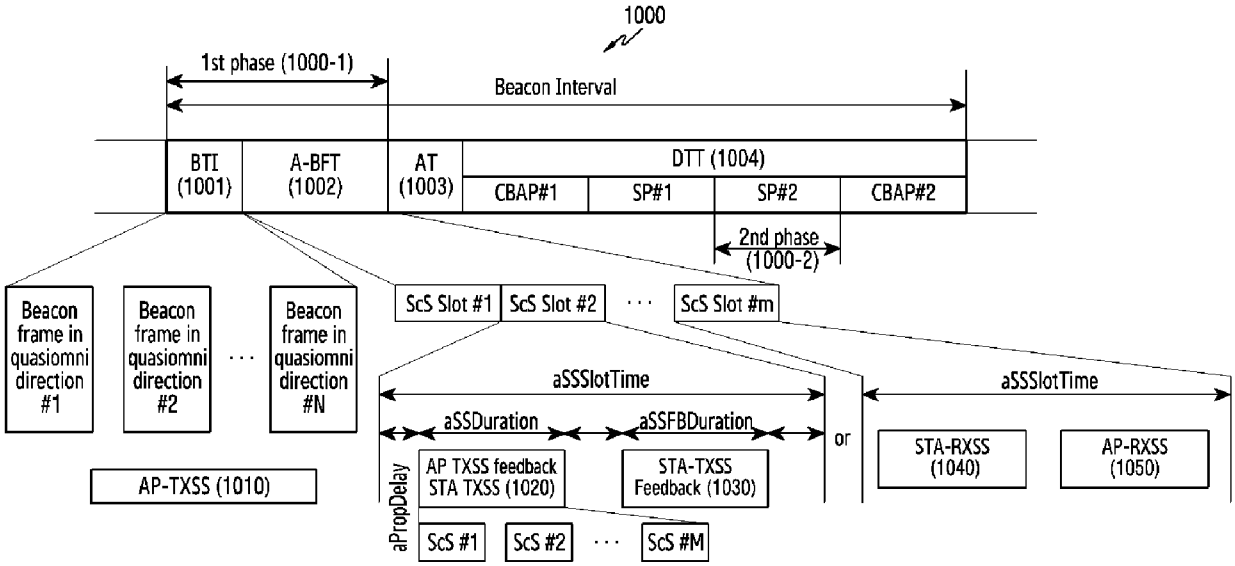
[Fig. 8]


140
저장부
130
제어부
132
빔 후보 선택
134
최적의 송신/수신 빔 선택
136
정보 생성
120
송수신기
110
안테나부
100

[Fig. 9]


210
안테나부
220
송수신기
230
제어부
232
빔 후보 선택
234
최적의 송신/수신 빔 선택
236
정보 생성
240
저장부
200

[Fig. 10]



[Fig. 11]

1100

Variable name			Bit 수	Description
AP-TXSS	Direction		1 bit	Forward link, reverse link 를 알려주는 indicator
	CDOWN		9 bits	남아있는 beam(sector)개수 표시
	RF chain 0	Antenna ID	2 bits	현재 송신중인 antenna index
		Sector ID	9 bits	현재 송신중인 beam(sector) index
	RF chain 1	Antenna ID	2 bits	현재 송신중인 antenna index
		Sector ID	9 bits	현재 송신중인 beam(sector) index

[Fig. 12]

1200

Variable name			Bit 수	Description
STA-TXSS	Direction		1 bit	Forward link, reverse link 를 알려주는 indicator
	CDOWN		9 bits	남아있는 beam(sector)개수 표시
	RF chain 0	Antenna ID	2 bits	현재 송신중인 antenna index
		Sector ID	6 bits	현재 송신중인 beam(sector) index
	RF chain 1	Antenna ID	2 bits	현재 송신중인 antenna index
		Sector ID	6 bits	현재 송신중인 beam(sector) index

[Fig. 13]

1300

Variable name			Bit 수	Description
AP-TXSS Feed-back	RF chain 0	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	AP의 antenna에 대한 첫번째 candidate beam 정보
		SNR report_1	8 bits	Sector select_1의 SNR 값
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_nt	6 bits	AP의 antenna에 대한 nt번째 candidate beam 정보
		SNR report_nt	8 bits	Sector select_nt의 SNR 값
	RF chain 1	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	AP의 antenna에 대한 첫번째 candidate beam 정보
		SNR report_1	8 bits	Sector select_1의 SNR 값
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_nt	6 bits	AP의 antenna에 대한 nt번째 candidate beam 정보
		SNR report_nt	8 bits	Sector select_nt의 SNR 값

[Fig. 14]

1400

Variable name			Bit 수	Description
STA-TXSS Feed-back	RF chain 0	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	STA의 antenna에 대한 첫번째 candidate beam 정보
		SNR report_1	8 bits	Sector select_1의 SNR 값
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_mt	6 bits	STA의 antenna에 대한 mt번째 candidate beam 정보
		SNR report_mt	8 bits	Sector select_mt의 SNR 값
	RF chain 1	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	STA의 antenna에 대한 첫번째 candidate beam 정보
		SNR report_1	8 bits	Sector select_1의 SNR 값
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_mt	6 bits	STA의 antenna에 대한 mt번째 candidate beam 정보
		SNR report_mt	8 bits	Sector select_mt의 SNR 값

[Fig. 15]

1500

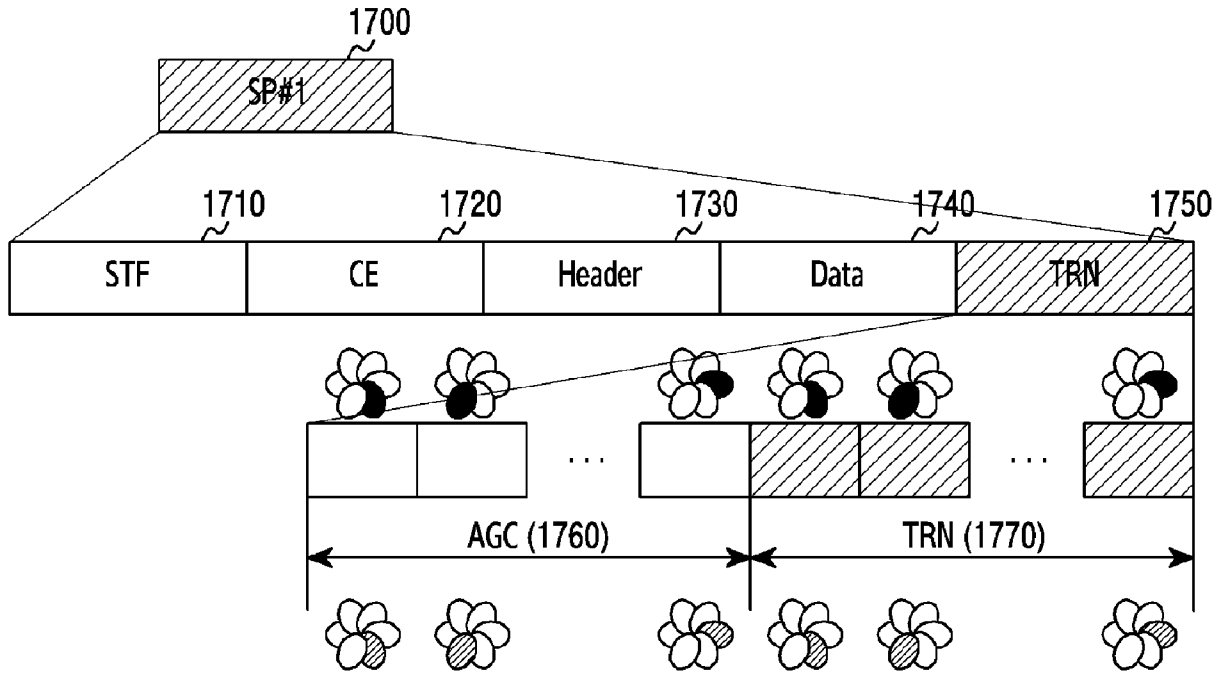
Variable name		Bit 수	Description
STA-RXSS	Direction	1 bit	Forward link, reverse link를 알려주는 indicator
	CDOWN	9 bits	남아있는 beam(sector)개수 표시

[Fig. 16]

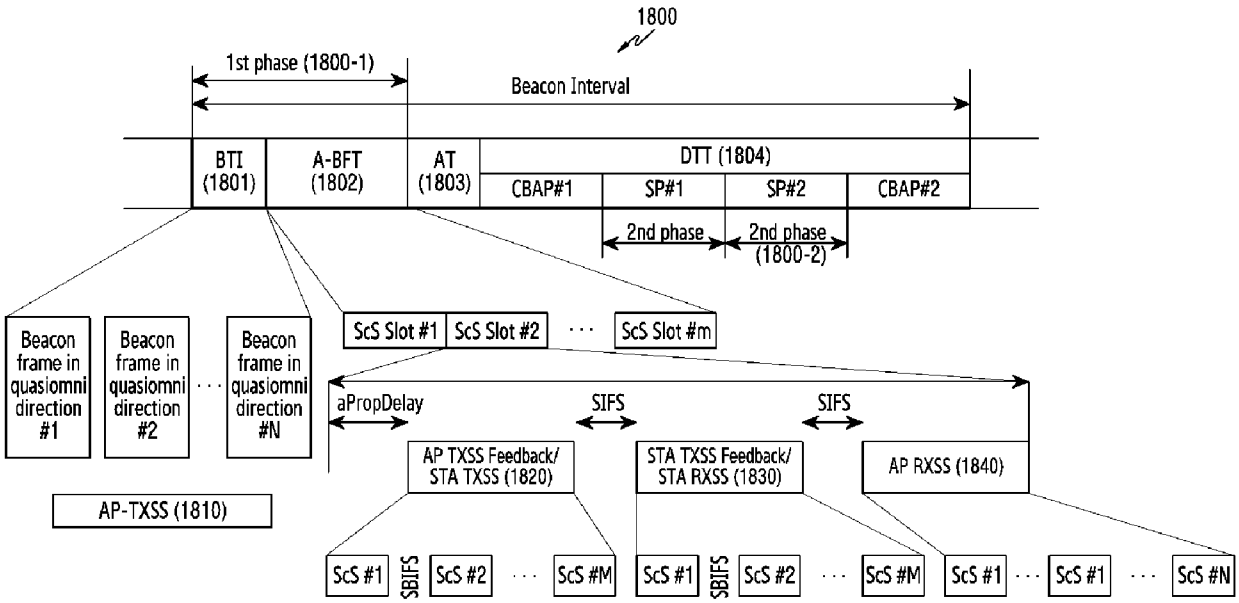
1600

Variable name		Bit 수	Description
AP-RXSS	Direction	1 bit	Forward link, reverse link를 알려주는 indicator
	CDOWN	9 bits	남아있는 beam(sector)개수 표시

[Fig. 17]



[Fig. 18]

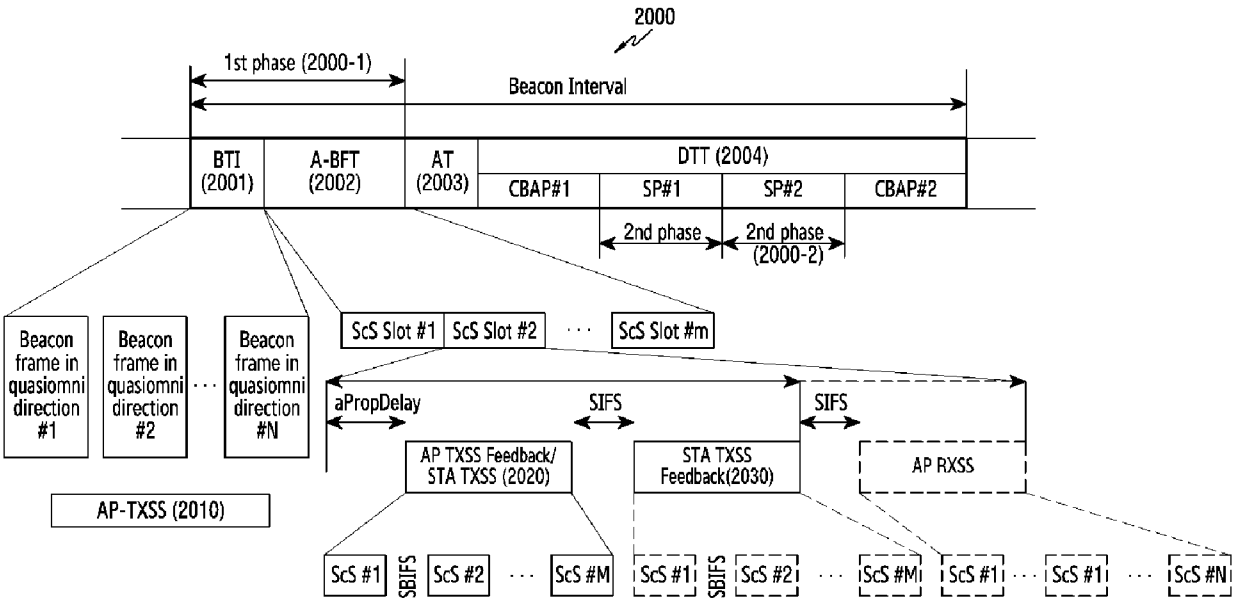


[Fig. 19]

1900

Variable name			Bit 수	Description
STA-RXSS (1910)		Direction	1 bit	Forward link, reverse link를 알려주는 indicator
		CDOWN	9 bits	남아있는 beam(sector)개수 표시
STA-TXSS Feed-back (1920)	RF chain 0	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	STA의 antenna에 대한 첫번째 candidate beam 정보
		SNR report_1	8 bits	Sector select_1의 SNR 값
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_mt	6 bits	STA의 antenna에 대한 mt번째 candidate beam 정보
		SNR report_mt	8 bits	Sector select_mt의 SNR 값
	RF chain 1	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	STA의 antenna에 대한 첫번째 candidate beam 정보
		SNR report_1	8 bits	Sector select_1의 SNR 값
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_mt	6 bits	STA의 antenna에 대한 mt번째 candidate beam 정보
		SNR report_mt	8 bits	Sector select_mt의 SNR 값

[Fig. 20]



[Fig. 21]

2100

Variable name			Bit 수	Description
AP-TXSS Feed-back	Direction		1 bit	Forward link, reverse link를 알려주는 indicator
	RF chain 0	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	선택한 AP의 antenna에 대한 신호크기가 1번째인 beam 정보
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_nt	6 bits	선택한 AP의 antenna에 대한 신호크기가 nt/(n)번째인 beam 정보
	RF chain 1	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	선택한 AP의 antenna에 대한 신호크기가 1번째인 beam 정보
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_nt	6 bits	선택한 AP의 antenna에 대한 신호크기가 nt/(n)번째인 beam 정보

[Fig. 22]

2200

Variable name			Bit 수	Description
STA-TXSS Feed-back	Direction		1 bit	Forward link, reverse link를 알려주는 indicator
	RF chain 0	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	선택한 STA의 antenna에 대한 신호크기가 1번째인 beam 정보
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_mt	6 bits	선택한 STA의 antenna에 대한 신호크기가 mt/(m)번째인 beam 정보
	RF chain 1	Antenna select	2 bits	선택한 antenna ID
		Sector select_1	6 bits	선택한 STA의 antenna에 대한 신호크기가 1번째인 beam 정보
		⋮	⋮	⋮
		Sector select_mt	6 bits	선택한 STA의 antenna에 대한 신호크기가 mt/(m)번째인 beam 정보

[Fig. 23]

2300

Variable name		Bit 수	Description
AP TXSS	Direction	1 bit	Forward link, reverse link를 알려주는 indicator
	Sector ID	6 bits	현재 송신중인 beam(sector) index
	Antenna ID	2 bits	현재 송신중인 array antenna index
	CDOWN	9 bits	남아있는 beam(sector)개수 표시

[Fig. 24]

2400

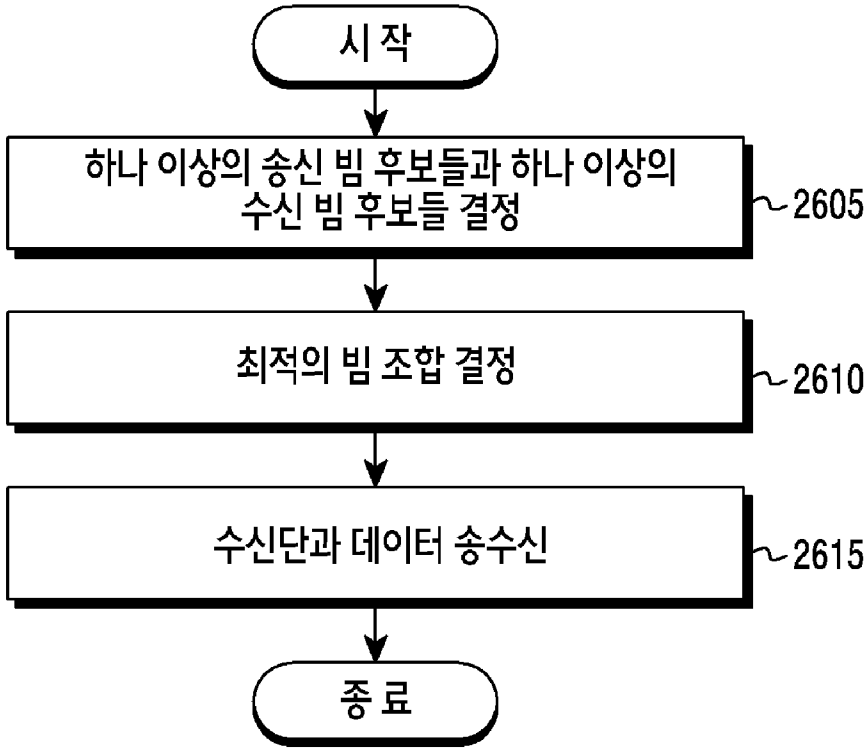
Variable name		Bit 수	Description
STA TXSS (2410)	Direction	1 bit	Forward link, reverse link를 알려주는 indicator
	Sector ID	6 bits	현재 송신중인 beam(sector) index
	Antenna ID	2 bits	현재 송신중인 array antenna index
	CDOWN	9 bits	남아있는 beam(sector)개수 표시
AP TXSS Feedback (2420)	Ant select	2 bits	선택한 array antenna ID
	Sector select_1	6 bits	선택한 AP의 array antenna에 대한 신호크기가 1번째인 beam 정보
	⋮		⋮
	Sector select_n	6 bits	선택한 AP의 array antenna에 대한 신호크기가 nt/n번째인 beam 정보

[Fig. 25]

2500

Variable name		Bit 수	Description
STA TXSS feedback	Direction	1 bit	Forward link, reverse link를 알려주는 indicator
	Sector ID	6 bits	현재 송신중인 beam(sector) index
	Antenna ID	2 bits	현재 송신중인 array antenna index
	CDOWN	9 bits	남아있는 beam(sector)개수 표시
	Ant select	2 bits	선택한 array antenna ID
	Sector select_1	6 bits	선택한 STA의 array antenna에 대한 신호크기가 1번째인 beam 정보
	⋮		⋮
	Sector select_m	6 bits	선택한 STA의 array antenna에 대한 신호크기가 m번째인 beam 정보

[Fig. 26]


시작
하나 이상의 송신 빔 후보들과 하나 이상의 수신 빔 후보들 결정
2605
최적의 빔 조합 결정
2610
수신단과 데이터 송수신
2615
종료

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2016/006945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/06(2006.01)i, H04B 7/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 7/06; H04B 7/00; H04W 24/02; H04N 7/16; H04B 1/04; H04B 7/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: transmitting beam, receiving beam, candidate, optimized beam combination, transmission and reception

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011-0110453 A1 (PRASAD, Narayan et al.) 12 May 2011 See paragraphs [0040]-[0122]; and figures 2, 6.	1-15
A	US 2014-0086077 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES, INC.) 27 March 2014 See paragraphs [0030]-[0040]; and figures 3, 4.	1-15
A	US 2008-0134254 A1 (XIA, Pengfei et al.) 05 June 2008 See paragraphs [0058]-[0061]; and figures 6a, 6b.	1-15
A	EP 1562306 A1 (ALCATEL) 10 August 2005 See paragraphs [0015]-[0032]; and figures 1, 2.	1-15
A	ALCATEL, "Fast Beam Selection", R1-030739, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #33, 20 August 2003 See pages 1-4.	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 OCTOBER 2016 (06.10.2016)	**07 OCTOBER 2016 (07.10.2016)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2016/006945

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2011-0110453 A1	12/05/2011	US 2011-0113137 A1	12/05/2011
		US 2013-231058 A1	05/09/2013
		US 2013-231059 A1	05/09/2013
		US 8510433 B2	13/08/2013
		US 8660598 B2	25/02/2014
		US 8897725 B2	25/11/2014
		US 8918055 B2	23/12/2014
US 2014-0086077 A1	27/03/2014	US 9226171 B2	29/12/2015
		WO 2014-048401 A1	03/04/2014
US 2008-0134254 A1	05/06/2008	US 8040856 B2	18/10/2011
EP 1562306 A1	10/08/2005	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2016/006945

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04B 7/06(2006.01)i, H04B 7/04(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04B 7/06; H04B 7/00; H04W 24/02; H04N 7/16; H04B 1/04; H04B 7/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 송신 빔, 수신 빔, 후보, 최적의 빔 조합, 송수신

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	US 2011-0110453 A1 (NARAYAN PRASAD 등) 2011.05.12 단락 [0040]-[0122]; 및 도면 2, 6 참조.	1-15
A	US 2014-0086077 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES, INC.) 2014.03.27 단락 [0030]-[0040]; 및 도면 3, 4 참조.	1-15
A	US 2008-0134254 A1 (PENGFEI XIA 등) 2008.06.05 단락 [0058]-[0061]; 및 도면 6a, 6b 참조.	1-15
A	EP 1562306 A1 (ALCATEL) 2005.08.10 단락 [0015]-[0032]; 및 도면 1, 2 참조.	1-15
A	ALCATEL, 'Fast Beam Selection', R1-030739, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #33, 2003.08.20 페이지 1-4 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2016년 10월 06일 (06.10.2016)	2016년 10월 07일 (07.10.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
강희곡
전화번호 +82-42-481-8264

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2016/006945

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2011-0110453 A1	2011/05/12	US 2011-0113137 A1	2011/05/12
		US 2013-231058 A1	2013/09/05
		US 2013-231059 A1	2013/09/05
		US 8510433 B2	2013/08/13
		US 8660598 B2	2014/02/25
		US 8897725 B2	2014/11/25
		US 8918055 B2	2014/12/23
US 2014-0086077 A1	2014/03/27	US 9226171 B2	2015/12/29
		WO 2014-048401 A1	2014/04/03
US 2008-0134254 A1	2008/06/05	US 8040856 B2	2011/10/18
EP 1562306 A1	2005/08/10	없음	